

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Ostrava, 2011

Bc. Jakub Rychta

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra měřicí a řídicí techniky

**Identifikace výrobků pomocí RFID technologie v řídicích
systémech s programovatelnými automaty**
**RFID Technology in Control Systems with
Programmable Controllers**

Prohlášení

Prohlašuji, že

- *jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.*
- *jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména §35 - užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 - školní dílo.*
- *beru na vědomí, že Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§35 ods. 3).*
- *souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a údaje o diplomové práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.*
- *beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.*

.....

Bc. Jakub Rychta

Datum odevzdání diplomové práce: 6. 5. 2011

Poděkování

Děkuji doc. Ing. Jiřímu Koziorkovi, Ph.D. za vedení a odborné konzultace při realizaci diplomové práce.

Abstrakt

Cílem diplomové práce je proniknout do problematiky technologie bezkontaktní rádiové identifikace RFID ve spojení s řídicími systémy.

Kromě obecného principu této technologie práce popisuje uplatnění a přehled RFID systémů, používaných ve spojení nejen s programovatelnými automaty. Pozornost je pak věnována výrobkům firmy Siemens, zejména pak RFID modulu pro komunikační rozhraní Profinet IO.

Dalším cílem této práce je návrh a realizace laboratorního modelu pro demonstraci použití této technologie. Součástí této práce je návrh a realizace programu pro řízení modelu včetně vizualizace. Řídicí systém je realizován pomocí PLC Simatic a doplněn o SCADA systém běžící na PC. Demonstrační úlohou je identifikace výrobků při průmyslové výrobě automobilů a následné automatické rozdělování podle zvolených kritérií.

Vytvořený model se stane součástí univerzitní laboratoře a bude k dispozici studentům pro realizaci vlastních projektů.

Abstract

The goal of this thesis is to probe into the contactless radio identification RFID technology dilemma in connection with controlling systems.

Besides describing the general principle of this technology, the thesis deals with its use and provides an overview of RFID systems used in connection with programmable automatic machines. Next, the attention is focused on products by Siemens Company, especially on RFID module for Profinet IO communication interface.

Another aim of the thesis is a project and execution of a laboratory model for demonstrating the usage of this technology. Part of the thesis is a project and realization of a programme for controlling a model, including the visualization. The operating system is implemented with the help of PLC Simatic and completed with SCADA system running on a PC. The demonstrative task is identification of products within industrial production of cars and subsequent automatic sorting based on selected criteria.

The produced model is going to become a part of the university laboratory and will be available for students to realize their own projects.

Klíčová slova / Keywords

RFID, PLC, HMI, SIMATIC Manager, Tag, Transpondér, WinCC flexible

Seznam použitých symbolů a zkratek

CPU	– (Central Processing Unit) procesor
DI/DO	– (<i>Digital INPUT/OUTPUT</i>) digitální vstupy, výstupy
EEPROM	– (<i>Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory</i>) elektricky mazatelná paměť
EPC	– (<i>Electronic Product Code</i>) nová, vyšší generace identifikace produktů
FB	– Funkční Blok - část programu ve STEP7
FC	– Funkce - část programu ve STEP7
FRAM	– (<i>Ferroelectric Random Access Memory</i>) je feroelektrická paměť s náhodným přístupem
HF	– (<i>High Frequency</i>) vysokofrekvenční pásmo
HMI/SCADA	– (<i>Human Machine Interface</i>) vizualizační systémy, které tvoří rozhraní člověk-stroj
HW	– (<i>Hardware</i>)
I/O	– (<i>IN/OUT</i>) vstupy a výstupy
ID	– (<i>IDentification</i>) identifikační číslo
IPXX	– Stupně ochrany před dotykem nebezpečných částí a ochrany proti vniknutí vody
LAD	– (<i>Ladder diagram</i>) je grafický jazyk, který lze použít pro psaní programů
LF	– (<i>Low Frequency</i>) nízkofrekvenční pásmo
MW	– (<i>Micro Wave</i>) pásmo mikrovln
OB	– Organizační Blok - část programu ve STEP7
PC	– (<i>Personal Computer</i>) osobní počítač
PLC	– (<i>Programmable Logic Controller</i>) programovatelný logický automat
Profibus	– (<i>Proces Field Bus</i>) průmyslová komunikační síť
Profinet	– Otevřený standard pro Průmyslový Ethernet
PWM	– (<i>Pulse Width Modulation</i>) pulzně šířková modulace
RFID	– (<i>Radio-Frequency IDentification</i>) radiofrekvenční identifikace
RS-485	– (RS-232, RS-422) komunikační rozhraní
RT	– (<i>Real Time</i>) systémy reálného času
Runtime	– je část vizualizačního software, ve kterém aplikace běží
ŘS	– Řídicí systém
SCADA	– (<i>Supervisory Control and Data Acquisition</i>) vizualizační systémy, obvykle počítačová vizualizační pracoviště
Script	– Skriptovací jazyk používaný např. ve vizualizaci
STEP7	– Nástroj pro vytváření programů pro PLC v různých jazycích pro SIMATIC S7
STL	– (<i>Statement List</i>) programovací jazyk
SW	– (<i>Software</i>)
Transpondér	– (Datový nosič, Tag) úložiště dat s bezdrátovým zápisem/čtením
UDT	– (<i>User Defined Type</i>) uživatelsky definovatelný typ v programu ve STEP7
UHF	– (<i>Ultra High Frequency</i>) pásmo ultra krátkých vln
WinCC	– Program pro tvorbu vizualizace HMI/SCADA

Obsah

1. ÚVOD	1
2. ROZBOR SOUČASNÉHO STAVU PROBLEMATIKY POUŽÍVÁNÍ RFID TECHNOLOGIÍ V ŘÍDICÍCH SYSTÉMECH S PROGRAMOVATELNÝMI AUTOMATY.....	2
2.1 RFID OBECNĚ	2
2.2 PŘEHLED RFID TECHNOLOGIÍ PRO PLC.....	6
2.3 UPLATNĚNÍ RFID	6
2.4 OMEZENÍ A BEZPEČNOST RFID	9
3. ROZBOR TECHNICKÝCH PROSTŘEDKŮ PRO POUŽITÍ RFID PROGRAMOVATELNÝCH AUTOMATŮ SIMATIC.....	11
3.1 PŘEHLED RFID SYSTÉMŮ SIEMENS.....	11
3.2 KOMUNIKAČNÍ MODUL RF180C PRO PROFINET	14
4. NÁVRH A REALIZACE LABORATORNÍHO MODELU PRO DEMONSTRACI POUŽITÍ RFID	18
4.1 NÁVRH MODELU	18
4.2 REALIZACE JEDNOTLIVÝCH ČÁSTÍ.....	20
4.3 SESTAVENÍ MODELU A NÁVOD NA OBSLUHU	25
5. NÁVRH A REALIZACE ŘÍDICÍHO SYSTÉMU A JEHO TESTOVÁNÍ.....	26
5.1 FUNKČNÍ ANALÝZA	26
5.2 NÁVRH HW ŘS A KOMUNIKACE	27
5.3 HW KONFIGURACE A I/O	28
5.4 REALIZACE PROGRAMU ŘS A TESTOVÁNÍ.....	29
6. NÁVRH A REALIZACE VIZUALIZAČNÍ APLIKACE	35
6.1 NÁVRH VIZUALIZACE A JEJÍ KOMUNIKACE S ŘS	35
6.2 STRUKTURA A TVORBA OBRAZOVEK.....	36
7. ZHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ	43

POUŽITÁ LITERATURA

SEZNAM PŘÍLOH

1. Úvod

Potřeba identifikace objektu je již dlouhodobě řešený problém. Vznikly nejrůznější technologie a způsoby jejich provedení. Objekty, které jsou identifikovány, mohou být rozdílného charakteru, např. člověk, zvíře, stroj, poštovní balík nebo výrobek. V průmyslu to pak mohou být jak jednotlivé komponenty, tak montážní celky, např. karoserie.

Technologie, která se významně uplatnila, je bezkontaktní identifikace. Jsou to zejména optické systémy, systémy čárových kódů a dnes stále více populárnější radiofrekvenční identifikační systémy.

Použití identifikačních technologií přineslo bezpočet výhod. Ve spojení s řídicími systémy pak poskytuje zefektivnění např. průmyslové výroby nebo logistických služeb. Efektivita těchto systémů se zvětšila s příchodem radiofrekvenční identifikační technologie (RFID). V některých odvětvích tak RFID nahradila systém čárových kódů, které spolu s optickými systémy vyžadovaly přímou viditelnost. Díky odolnosti RFID proti nepříznivým vlivům, jako je znečištění, teplota apod., lze tuto technologii instalovat tam, kde by čárové kódy nebo optika kvůli např. znečištění nemohly být použity.

Výhody, které RFID technologie přinesla, jsou tak významné, že jejich nasazení se uplatnilo v širokém okruhu odvětví. Jejím principu a uplatnění se mimo jiné věnuje také tato diplomová práce.

Použití této technologie ve spolupráci s programovatelnými automaty se věnuje několik výrobců. Systémy, které nabízejí, se liší různými parametry. Jedním z cílů této práce je vytvořit základní přehled parametrů u jednotlivých výrobců.

Firma Siemens, která je jedním z nejvýznamnějších výrobců v automatizaci, nabízí širokou řadu RFID systémů. V této práci budou o nich uvedeny základní informace. Podrobněji pak bude popsán komunikační modul RF180C.

Jedním z mnoha využití RFID je automatizované třídění, které mě inspirovalo k vytvoření laboratorního modelu. Ten bude mít zásobník s RFID transpondéry, dopravník a třídící systém, který bude napojen na PLC. Data budou na transpondéry zapisována a čtena pomocí antény a komunikačního modulu RF180C.

Součástí automatizovaných systémů je často vizualizace, která umožňuje operátorovi sledovat daný proces, ale také provádět akční zásahy a zadávat požadavky. V identifikačních systémech mohou být těmito požadavky zadávání dat pro transpondéry nebo nastavení parametrů pro třídění. Akčním zásahem pak může být povel pro zápis nebo čtení dat, spuštění a zastavení dopravníku apod. Tvorbě takovéto vizualizace, která by laboratorní model doplnila, se pak věnuje poslední kapitola.

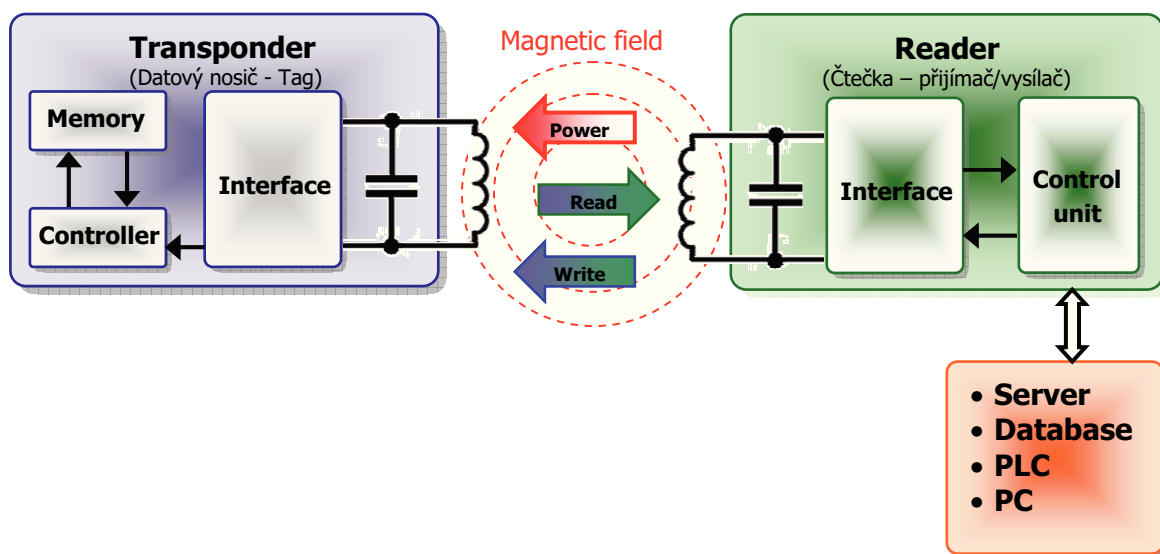
2. Rozbor současného stavu problematiky používání RFID technologií v řídicích systémech s programovatelnými automaty

2.1 RFID obecně

Radiofrekvenční identifikační systémy poskytují neocenitelnou službu. Vývoj této technologie sahá do přelomu 60. a 70. let, kdy byla vyvíjena v armádě. Rozvoj této technologie byl limitován finančními náklady, ovšem jak se náklady na výrobu zmenšovaly a také se vyvíjela nová technologie, zvětšoval se okruh využití. Jejich dynamický rozvoj v posledních letech je důkazem, jak může být jejich nasazení výhodné jak z ekonomického, tak z bezpečnostního hlediska. Vzniká tak velké množství nejrůznějších systémů, ať už pro obecné, nebo specifické použití. Co je však pro všechny společné, je jejich princip činnosti a poslání identifikace.

Základní princip funkce RFID:

Hlavními prvky jsou datový nosič (tag) a čtečka (vysílač – přijímač, obr. 1). Tag obsahuje anténu s laděným obvodem a křemíkovým čipem, který reaguje na vysokofrekvenční vysílání vysílače – přijímače (Reader), kterému předává zpět informace, zejména identifikační číslo EPC (obr. 2). Informace ze čtečky jsou vyhodnocovány připojenými řídicími systémy s databází.



Obr. 1 Struktura RFID systému [18]

- **Transpondér - datový nosič, také nazýván jako RFID čip nebo Tag**

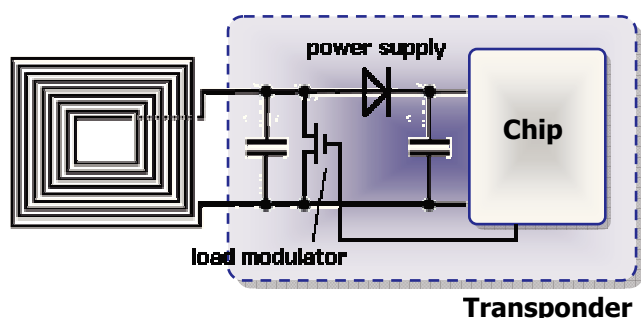
Tagy jsou vlastně elektronicky programovatelné čipy, které mají jedinečné identifikační číslo – 96bitový číselný kód EPC (Electronic Product Code) zadaný do čipu při výrobě, který nelze žádným způsobem měnit.



Obr. 2 96bitový číselný kód EPC [7]

Tag může nést množství informací, které se dají průběžně měnit. Podle funkce se tagy dělí na pasivní a aktivní.

Pasivní vis. obr 3 dokáží vysílat buď jedno číslo (EPC), určené při jejich výrobě, nebo disponují navíc ještě dodatečnou pamětí, do které lze zapisovat a číst další informace. Pasivní tag funguje tak, že čtečka periodicky vysílá prostřednictvím antény vysokofrekvenční signál do svého okolí. Jestliže se v jeho blízkosti objeví pasivní RFID tag, využije vysílaný signál k nabití svého napájecího kondenzátoru a odešle odpověď. Podmínkou je, aby rezonanční obvod tvořený anténou (cívkou) a kondenzátorem byl naladěn na frekvenci vysílače. Elektromagnetické pole, které čtečka vysílá, je zachyceno anténou tagu. Proud, který cívkou začne protékat, po usměrnění nabíjí kondenzátor, jehož energii využívá polovodičový obvod. Když napětí na kondenzátoru dosáhne minimální potřebné úrovně, spustí se polovodičový obvod, např. mikroprocesor (tedy řídicí obvody uvnitř transpondéru), a transpondér začne odesílat odpověď čtečce. Vysílání transpondéru je realizováno zpravidla pomocí dvoustavové ASK (Amplitude Shifting Key) modulace, která je realizována změnou zakončovací impedance antény transpondéru. Odrazy, které vznikají změnou impedance antény, jsou detekovány čtečkou a interpretovány jako logické úrovně 1 a 0. Řízení komunikace a jednotlivých stavů komunikačního řetězce je definováno příslušnou ISO normou. [18]



Obr. 3 Struktura transpondéru [21]

Aktivní tagy jsou složitější a dražší, jelikož obsahují navíc i zdroj napájení. Jsou schopny samy vysílat a kromě svého identifikačního čísla mohou odesílat i další informace, které jsou na čipu uloženy. Většina tagů se skládá z integrovaného obvodu v podobě čipu o rozměrech přibližně 0,5 x 0,5 mm a antény. Jejich rozmanitá konstrukce je dána především požadavky, které má splňovat v konkrétní aplikaci. [4]



Obr. 4 Ukázka různých tagů – RFID čipu. [2] [3] [20]

- **Reader - také nazýván jako čtečka (přijímač/vysílač)**

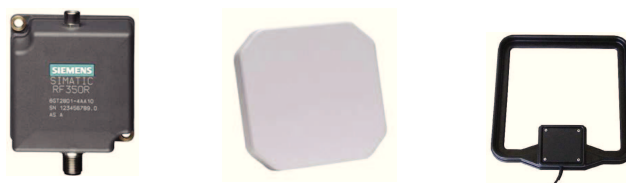
Vysílá prostřednictvím antény rádiové signály aktivující tag a vykonává čtení a zápis dat. Po dekodování předává data řídicímu počítači k dalšímu zpracování. Stejně jako u RFID čipu i čteček existuje celá řada. Můžeme je rozdělit do dvou kategorií.

Mobilní RFID čtečky (mobilní terminály, obr. 5) mají v sobě implementovanou anténu, řídicí jednotku s operačním systémem a vizualizaci. Výhodou tohoto řešení je vysoká flexibilita a robustnost.



Obr. 5 Ukázka mobilní čtečky MC9090-G RFID Handheld Mobile Computer [5]

Stacionární RFID čtečky viz. obr. 6 se vyrábějí v různých konstrukčních provedeních. Mnohdy disponují větším množstvím antén tak, aby splňovaly požadavky na prostředí, kde budou instalovány, např. stupeň krytí či odolnosti proti rušení. Jednotlivé antény mohou být připojeny na různé vzdálenosti a vyrábějí se v několika variantách.



Obr. 6 Ukázka antén používaných RFID [1]

Tyto systémy zpravidla obsahují komunikační modul (obr. 7), disponující několika systémy pro komunikaci jako Profibus, Profinet, Ethernet, RS-232, RS-485 nebo USB. To dává možnost připojit je k řídicím systémům na bázi programovatelných automatů, počítačů, mikroprocesorů, embedded – vestavných systémů atd. V závislosti na daném řídicím systému existuje pro řízení RFID systému celá řada operačních systémů, např. Microsoft Windows CE 5.0. Dále jsou to programy pro počítače nebo funkční bloky v případě PLC. Identifikační systémy je pak možno zahrnout do distribuovaných systémů, kde jsou často doplněny o vizualizaci a databázi.



Obr. 7 Ukázka modulů – RFID čteček [1] [5]

Nemalé zastoupení mají RFID systémy, které v jednom zařízení obsahují anténu, řídicí prvek, zpravidla mikroprocesor, ovládací prvky – tlačítka, klávesnice a obrazovky (LCD, dotykový panel). S tímto vestavným systémem se můžeme běžně setkat při vstupech do budov (obr. 8) nebo v hromadných dopravních prostředcích.



Obr. 8 Vestavný systém JA-81E-RGB [6]

Systémy RFID se provozují na různých vlnových délkách. Volba nejvhodnější frekvence (tab. 1) je velmi důležitá, protože z ní vyplývá mnoho dalších, nejen fyzických omezení, jako např. dosah čtečky, zákonná omezení, rychlost čtení a zapisování, použitelnost v různém prostředí apod.

Typ RFID	LF (Low Frequency)	HF (High Frequency)	UHF (Ultra High Frequency)	MW (Micro Wave)
Frekvence	125 až 134 kHz	13,56 MHz	860 až 930 MHz	2,45 GHz, 5,8 GHz
Dosah	pod 0,5 m	do 1 m	do 3 m	do 10 m
Rychlost čtení	malá	průměrná	velká	extrémně velká
Výrobní náklady	velké	velké	malé	velké
Vlastnosti	možné snímání na kovu a přes kapalinu	obtížné čtení přes kapalinu	nelze číst přes kapalinu, obtížné čtení z kovu	

Tab. 1 Frekvence systémů RFID [4]

2.2 Přehled RFID technologií pro PLC

Technologie bezdrátové identifikace není na poli PLC novinkou. Vývoj této technologie není jen výsadou velkých korporací, ale můžeme ji najít i v produktech středně velkých firem.

V zastoupení nejvýznamnějších společností je to firma Siemens, jejími produkty se budeme zabývat v kapitole 3. Dále je to společnost Rockwell Automation, její výrobky nesou označení Allen-Bradley.

54RF General Purpose (LF), 55RF High-Speed (LF), 56RF iCode (HF)

- Průmyslový RFID systém se skládá ze tří klíčových komponent:
 - *Komunikační rozhraní:* poskytují integraci vysílače pro čtení a psaní na tagy s EtherNet / IP, ControlNet a DeviceNet sítí nebo SLC
 - *Čtečky:* jsou k dispozici ve třech různých konstrukčních provedeních, použitelné do vzdálenosti až 150m od tagů.
 - *Tagy:* jsou k dispozici s 8kB a 32kB pamětí pro čtení i zápis – miliardy cyklů, 4 typy tvarů, rychlost 200b/s [8]

Mitsubishi Electric

UHF-Band RFID Reader-Writer Ver. 3.0 (RF-RW101)

- Pásmo UHF zmenšuje nároky na tagy, a ty mohou být čteny na delší vzdálenosti, navíc nepotřebují baterie s velkou kapacitou. [9]

Schneider Electric – řada OsiSense XG

- Pásmo HF
 - *Komunikační rozhraní:* XGS Z33ETH – Ethernet
TCS AMT31FP – MODBUS
XGS Z33PDP – Profibus
 - *Čtečky:* dvě konstrukční provedení, čtení do 100mm
 - *Tagy:* výběr ze šesti provedení, až 13kB paměti. [10]

B&R Automation

- Implementuje RFID technologii do ovládacího panelu, pracuje v oblasti HF. Může být součástí ovládacích panelů strojů a strojních zařízení nebo logistických systémů. Také může sloužit jako rychlá a spolehlivá identifikace pracovníka obsluhujícího uživatelské rozhraní. [11]

2.3 Uplatnění RFID

Radiofrekvenční identifikační systémy dnes pronikají mezi stále větší skupiny odvětví. Je to především způsobeno tím, že se náklady na výrobu čipů zmenšují. Porovnáme-li systémy RFID s optickými identifikačními systémy, zjistíme následující výhody užití principu RFID. Není nutná přímá viditelnost mezi datovým nosičem a čtecím zařízením, přenos dat může probíhat např. i přes obalový materiál, sledované objekty nemusí být při čtení v přesně definované poloze. Systémy RFID navíc pracují i v nejnáročnějších průmyslových podmínkách (překážkou není znečištění, prach atd.), lze zpracovávat současně více datových nosičů nacházejících se v poli čtečky. [12]

RFID v průmyslovém odvětví je bezesporu stále větším hráčem. Výrazně se uplatňuje v automobilové výrobě, kde ji ve svých závodech využívají společnosti, jako je např. Audi. Zde je na karoserii každého jednotlivého auta upevněna etiketa obsahující ve své paměti všechny operace, které je třeba na autě provést dle objednávky. Podle této specifikace se řídí proces montáže přímo na místě, na rozdíl od použití centrálního systému, kde je tomu obráceně. Aktuální stav montáže je přitom udržován na etiketě příslušného auta. V případě jakéhokoliv problému je tak možné automobil z linky vyřadit a po jeho odstranění znovu zařadit a pokračovat plynule v montáži. Celkové řízení i dozor nad procesem montáže je i nadále zajišťován centrálním systémem. [7]

Dalším výrobcem je Toyota, která spolupracuje s firmou Rockwell Automation a dnes již využívá technologii druhé generace. Omezení, která měly dosud používané aktivní štítky (čipy) první generace, novější technologie značně překonává. Jedná se např. o kapacitu paměti, která byla pouze 40 bytů na štítek, o maximální provozní teplotu dosahující 60 °C a životností 5 000 zapisovacích cyklů. Pro prostředí lakovacího boxu a výrobní linky jsou však charakteristické nepříznivé podmínky, jako je vysoká teplota vzduchu, nečistoty, olej a maziva včetně projevující se tendence k pomačkání nebo nárazům, a proto bylo zajištění nových odolnějších štítků nezbytné. [13]

Uplatnění nachází také ve výrobě letadel, kde je kladen důraz na bezpečnost. Jednotlivé díly jsou označeny čipy a tím můžou být neustále k dispozici údaje o jejich manipulaci.

V oblasti řízení logistických procesů ve výrobě je možné považovat RFID za zásadní inovaci. Jsou to například přepravy označené tímto čipem, které kolují po automatizované lince a přenášejí různé výrobky. Tak jak jsou v průběhu procesu upravovány, jsou jednotlivé operace zaznamenány na čip.

Jiným příkladem průmyslového využití RFID je zcela nová technologie bezkontaktních bezpečnostních spínačů. Elektronické bezpečnostní spínače nemají žádné mechanické pohyblivé části. Využívají bezkontaktní princip transpondéru s RFID čtečkou, a nahrazují tak např. mechanické kódování dané tvarem aktuátoru, nebo kódování elektronické. Bezkontaktní přenos informací znamená, že spínače nevyžadují přesné seřízení vzájemné polohy, jsou odolné proti znečištěnému okolnímu prostředí a je u nich zásadně omezena možnost vzniku mechanických závad. Každý aktuátor obsahuje transpondér s unikátním číselným kódem. Spínač čte pomocí vestavěné antény rádiovým přenosem tento kód několikrát za sekundu a porovnává jej s kódem, který je uložen v jeho paměti. V případě shody sepne bezpečnostní výstupy. Jde tedy o plně kódované spínače, které téměř vylučují možnost neoprávněné manipulace. Každý aktuátor je originál, na rozdíl od identických mechanických aktuátorů. Navíc je možné průběžně kontrolovat stav jednotlivých spínačů a zabránit tak případné kolizi při poruše spínače. Nejde tedy o pouhý spínací prvek jako u elektromechanických spínačů, ale o článek komplexního bezpečnostního systému. Tato výhoda může přinést zjednodušení pro jinak náročně a draze realizované bezpečnostní systémy. Na stejném principu pak pracují i bezpečnostní zámky, kde např. takovýto zámek zabraňuje otevření krytu stroje v pracovním režimu. [14]

Dalším odvětvím, kde se RFID technologie významně využívá, je logistika viz obr. 9. Zde je již tato technologie poměrně hodně známá, i přesto je zde stále na vzestupu. Např. identifikovat produkt na vzdálenost desítek až stovek metrů již není takový problém, stejně tak lze vyhovět požadavkům co do rychlosti identifikace. Označování pomocí tagů je zejména vhodné pro identifikaci kontejnerů, palet, vratných obalů či jiných přepravních přípravků. Mezi argumenty pro použití RFID patří zaručený přehled o pohybu materiálu v daném prostoru, možnost rychlého dohledání určitého zboží a řešení požadavků odběratelů na kvalitu dodávek. Např. ve velkých automatizovaných třídících linkách přepravních společností, kde jsou skupiny zásilek pro určitou oblast označeny RFID čipem a je možné je automaticky roztrždit. Uplatnění této technologie můžeme také nalézt při kontrole dodávek zboží,

kdy je zboží opatřeno RFID visačkou s uloženými daty. Na příjmu jsou tato data přečtena a zkontrolována podle elektronického dodacího listu, který byl zaslán před příjmem zboží.



Obr. 9 Identifikační systémy v logistice [17]

U RFID je možné např. během okamžiku přečíst informace ze všech štítků umístěných na výrobcích poskládaných na paletě, která je přistavena do dosahu elektromagnetického pole čtečky RFID, a to bez nutnosti rozbalení zboží i bez zvláštních nároků na čistotu povrchu a správné natočení. Není sporu, že tato technologie umožní zvyšovat produktivitu obchodování tím, že zásadně změní způsob, jak zboží či suroviny sledovat. Ať už jsou to produkty v dodavatelských řetězcích, přesněji řečeno sledování skladových zásob, nebo informace o stavu surovin a hotovém zboží výrobních závodů. Ten pak může pružně zareagovat na poptávku po určitém produktu a při dostatku vstupních surovin okamžitě zvýšit výrobu. Tímto způsobem lze rychle reagovat na neočekávané situace a výkyvy v poptávce a také optimalizovat výrobu.

K velkému rozšíření RFID přispívají požadavky na sledování teploty např. v chladicích a mrazicích zařízeních. Spojení aktivního identifikačního čipu a senzoru teploty přináší poměrně široké uplatnění. V potravinářském průmyslu lze tak reagovat na stále rostoucí požadavky na kvalitu potravin. Pro výrobky, jako je např. maso mořských ryb, kde je kladen důraz na dodržení teploty při skladování a přepravě, je při použití této technologie teplota snadno kontrolovatelná. Měření teploty je důležité v mnoha odvětvích a možnost rychlého, přesně identifikovatelného a bezdrátového získání údaje této veličiny je velkou výhodou ať už při skladování, či výrobním procesu. Spojení technologie RFID a senzoru teploty není samozřejmě jedinou myšlenkou. Možnosti měření fyzikálních veličin se nabízí celá řada.

Jednou z nich je měření koroze výztuže betonových konstrukcí za pomoci speciálního zařízení, obsahujícího senzor v kombinaci s transpondérem RFID, který umožňuje trvale měřit hloubku průniku iontů do betonu. Tělo senzoru je z elektricky nevodivého materiálu, kterým jsou v pravidelných vzdálenostech protaženy velmi tenké ocelové drátky. Dostane-li se solný roztok k drátkům, drátky začnou korodovat, až dojde k jejich přerušení. Z počtu přetržených železných drátků lze určit, jak daleko koroze pokročila a kolik centimetrů ochranné betonové vrstvy konstrukce je již napadeno.

Je tudíž možné objektivně stanovit, kdy je třeba železobetonovou konstrukci opravit. Naměřené údaje transpondér bezdrátově přenáší do čtečky RFID, kterou pracovník drží při kontrole v ruce.[15]

Okrajovým uplatněním této technologie je zdravotnictví. Zde se využívá výhody bezpečnosti, např. označování plechovek z krve nebo identifikace pacientů (obr. 10). Je tak možné přispět dalším bezpečnostním opatřením proti nechtěné záměně pacientů či údajů o stavu onemocnění, medikace a provedených zákrocích.



Obr. 10 RFID čipy hlídající krevní transfuze [16]

Zatím ojedinělé případy použití RFID čipů jsou zaznamenány v půjčovnách. Jedním z nich byla půjčovna lodí, která označila své lodě a rafty aktivními tagy RFID. Zákazník nemusí loď vrátit v pobočce, kde si ji vypůjčil. Bez techniky RFID by bylo velmi obtížné sledovat pohyb lodí a kontrolovat, zda jsou všechny vráceny. Nyní systém zaznamenává všechny lodě, které jsou k dispozici, a aktualizuje jejich databázi. Toto použití samozřejmě lze aplikovat i pro půjčovny jiných zařízení, třeba stavebních strojů, aut apod. [4]

Uplatnění RFID je tedy celá řada: dopravní systémy, sledování doby trvanlivosti, identifikace při vstupu do objektu a přibývají stále další.

Ovšem i u této technologie zatím existují jistá omezení, např. kde cena výrobku osazeného čipem RFID je vůči ceně tohoto čipu nízká. Dále není možná dlouhodobá práce datových nosičů v prostředí s vysokými teplotami, nebo v silně agresivním prostředí či s velkým elektromagnetickým rušením.

Poněkud speciální kapitolou je využití RFID v systémech reálného času (RT). Např. sledování polohy objektů, zvířat a osob v reálném čase, RTLS (*Real Time Locating System*). Využití nachází dále při sledování stavu zásob, kdy jsou informace z jednotlivých tagů prostřednictvím čteček v reálném čase přenášeny po ethernetu pro online sledování.

2.4 Omezení a bezpečnost RFID

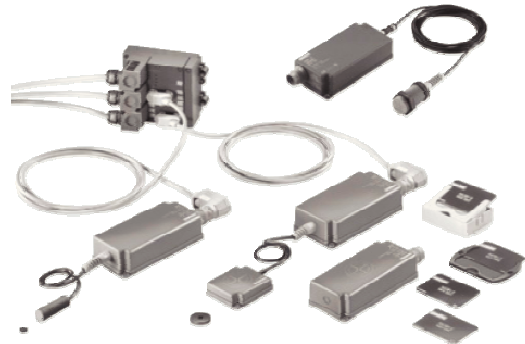
Možná rizika, která tato technologie přináší, jsou narušení osobní svobody člověka. Z etického hlediska je nepřipustné sledovat pomocí RFID pohyb osob. Např. sledovat zákazníka v obchodě a používat získaná data k jinému účelu než k poskytnutí služby, nebo pro kontrolu zaměstnanců, kde a kdy se pohybují.

Podle odborníků pohybujících se v této problematice jsou rizika pro elektronická zařízení nebo pro obsluhu maximálně srovnatelná s používáním mobilních telefonů. V EU platí přísné limity na povolený vyzařovaný výkon a všechna homologovaná zařízení RFID musí tyto limity splňovat a být v souladu s platnými normami. Rizika spojená s používáním RFID jsou v podstatě stejná jako u jiných dlouhodobě používaných rádiových zařízení, tedy malá. Jestliže dodavatel používá schválená zařízení, není třeba se obávat rizik pro obsluhu. Na rozdíl od mobilního telefonu vyzařují čtečky RFID svůj výkon směrově, ale i v případě přímého nasměrování na člověka nesmí mít žádné negativní důsledky na jeho organismus. [4]

3. Rozbor technických prostředků pro použití RFID programovatelných automatů Simatic.

3.1 Přehled RFID systémů Siemens

- **MOBY E** identifikační systém, který byl speciálně konstruován pro aplikace v logistice, distribuci a průmyslové výrobě.
 - Frekvenční pásmo 13,56 MHz, čtení / zápis vzdálenosti až 100 mm
 - Tagy EEPROM 752 byte, provozní teplota - 25 ... +125 °C, IP68
 - Může být připojen k SIMATIC S5/S7, PC, non-Siemens PLC, PROFIBUS DP,
 - Přes sériovou linku do jakéhokoli systému, např. PC s DOS / Windows 95/NT
 - Aplikace: identifikace palet a kontejnerů, dodací listy
 - 8 druhů transpondérů, 4 druhy čteček a 5 typů antén
- **MOBY D** pro systémy SmartLabels – velmi tenké transpondéry (etikety)
 - Frekvenční pásmo 13,56 MHz, čtení / zápis vzdálenosti až 900 mm
 - Tagy EEPROM 112 byte, teplota až +220 °C
 - Připojení sériovou linkou např. k PC s DOS / Windows 95/NT, nebo integrace do zařízení SIMATIC a PROFIBUS DP
 - Aplikace: ochrana proti plagiátorství a krádeži, identifikace zboží např. balíků a poštovních služeb
 - Nízká cena transpondérů, může být realizován jako elektronická náhražka čárového kódu, nebo jako dodací list.
 - 12 druhů transpondérů, 3 druhy čteček a 4 typy antén
- **MOBY U** speciálně navržen pro aplikace ve výrobě automobilů a logistice
 - Frekvenční pásmo UHF 2,4 GHz, čtení / zápis do vzdálenosti 3000 mm
 - Tagy ROM 128 bit, RAM až 32 KByte, teplota až 220 °C
 - Připojení na SIMATIC, PROFIBUS, průmyslový Ethernet a PC / PLC.
 - Aplikace: montážní linky, dopravní logistika a distribuce, identifikace vozidel (mýtné)
 - 4 druhy transpondérů, čtečka s vestavěnou anténou



Systémy *MOBY E,D,U* také obsahují mobilní čtecí terminál s integrovanou anténou.

- *MOBY R* pro real-time lokalizace nejrozmanitějších objektů
 - Frekvenční pásmo UHF 2,4 GHz, čtení / zápis do vzdálenosti 300 mm
 - Připojení Ethernet, Wifi
 - Aplikace: automobilový a chemický průmysl
 - 3 druhy tagů a čteček



- *SIMATIC RF600* pro identifikaci velkého množství zboží
 - Typy RF600R, RF630, RF660R
 - Frekvenční pásmo UHF 865 ... 868 MHz (Europe), čtení / zápis do vzdálenosti 1000 mm
 - Tagy s EPC, nebo s uživatelskou pamětí max. 216 byte
 - Připojení RS422, RS232, ETHERNET, DI/DO
 - Aplikace: identifikace kontejnerů nebo palet, zásobování,
 - ISO 18000-6C (EPCglobal Gen 2) otevřený standard platný po celém světě
 - 6 druhů transpondérů (1x SmartLabels), čtečka s vestavnou a ext. anténou, mobilní čtečka (terminál)
- *SIMATIC RF300* antény a tagy pro komunikační moduly (obr. 11)
 - Frekvenční pásmo 13,56 MHz, čtení / zápis vzdálenosti až 120 mm
 - Tagy: SIMATIC RF320T, RF340T, RF350T, RF360T, RF370T, RF380T
 - Čtečky s integrovanou anténou: SIMATIC RF310R, RF340R, RF350R, RF380R
 - mobilní čtečka s vestavěnou anténou
 - Aplikace: v průmyslové výrobě pro kontrolu a optimalizaci materiálových toků, např. identifikace obrobků v uzavřeném výrobním cyklu (tagy zůstávají ve výrobním procesu)



Obr. 11 Tagy a čtečky (antény) SIMATIC RF300 [20]

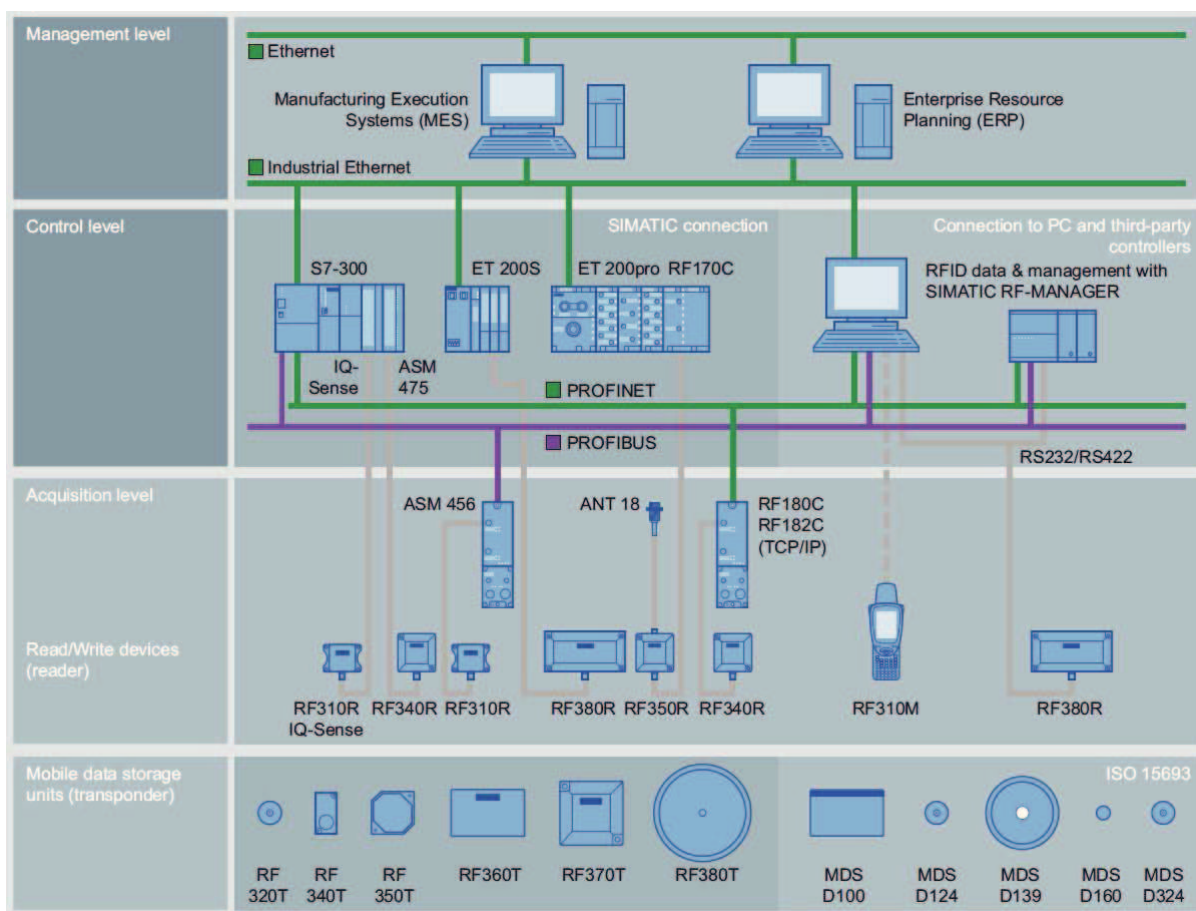
- *Communication modules* komunikační moduly, které ve spojení s moduly RF300 nabízí různá řešení identifikace

ASM 450

- jako slave na Profibus DP
- připojení pro dvě čtečky, IP67, provozní tep. 0°C až 55°C, nap. 20-30V DC

ASM 456

- jako slave na Profibus DP
- výkony HW pracující se dvěma čtečkami v RT režimu, signalizace pomocí LED
- IP67, provozní tep. 0°C až 55°C, relativní vlhkost vzduchu během provozu 15 až max. 95%



Obr. 12 Možnosti integrace komunikačních modulů a SIMATIC RF300 [1]

SIMATIC RF180C/RF182C

- viz. kap 3.2

SIMATIC RF170C

- je komunikační modul pro připojení Siemens RFID systémů k ET200
- podporuje připojení přes základní modul na Profibus a Profinet
- výkony HW pracující se dvěma čtečkami v RT režimu, IP67, , provozní tep. -25°C až 55°C

ASM 470/475

- nízkonákladové moduly pro S7 300 , S7 400 a ET200
- montáž na rack (S7 300), připojení pro dvě čtečky, signalizace pomocí LED
- provozní tep. 0°C až 60°C,

ASM 424, ASM 754/724

- připojení až pro 4 čtečky, komunikace přes Profibus DP nebo RS232/RS422
- IP40, provozní tep. -25°C až 55°C, [20]

3.2 Komunikační modul RF180C pro Profinet

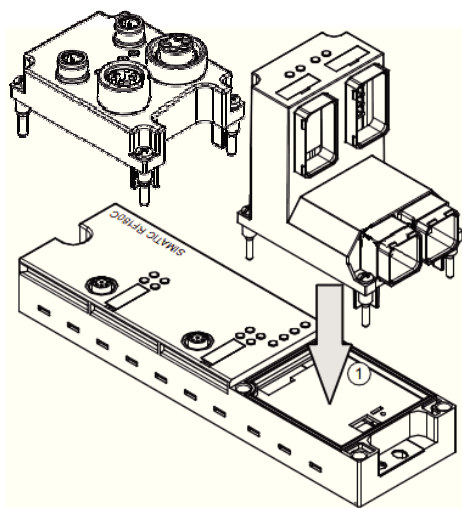
Stručná charakteristika:

Tento komunikační modul (RF180C) byl vybrán pro aplikaci v této diplomové práci, a proto si jej zde více rozeberme.

Jedná se o modul pro připojení na Profinet IO / Ethernet (RF182C), vybavený dvojicí čteček a možností paralelního čtení v RT. Pomocí signalizačních LED je možné sledovat provozní a chybové stavy. Moduly jsou robustní s vysokým stupněm ochrany IP67 a rozsahem pracovních teplot od 0 do +60 °C. Lze je skládat buď do hvězdicové, nebo sběrníkové topologie.

SIMATIC RF180C/RF182C se skládá ze základního modulu a připojeného bloku, který je nutno objednat. Nabízí se ve dvou provedeních:

- M12, 7 / 8 "(5-pól)
- Push-pull connection block design, RJ45



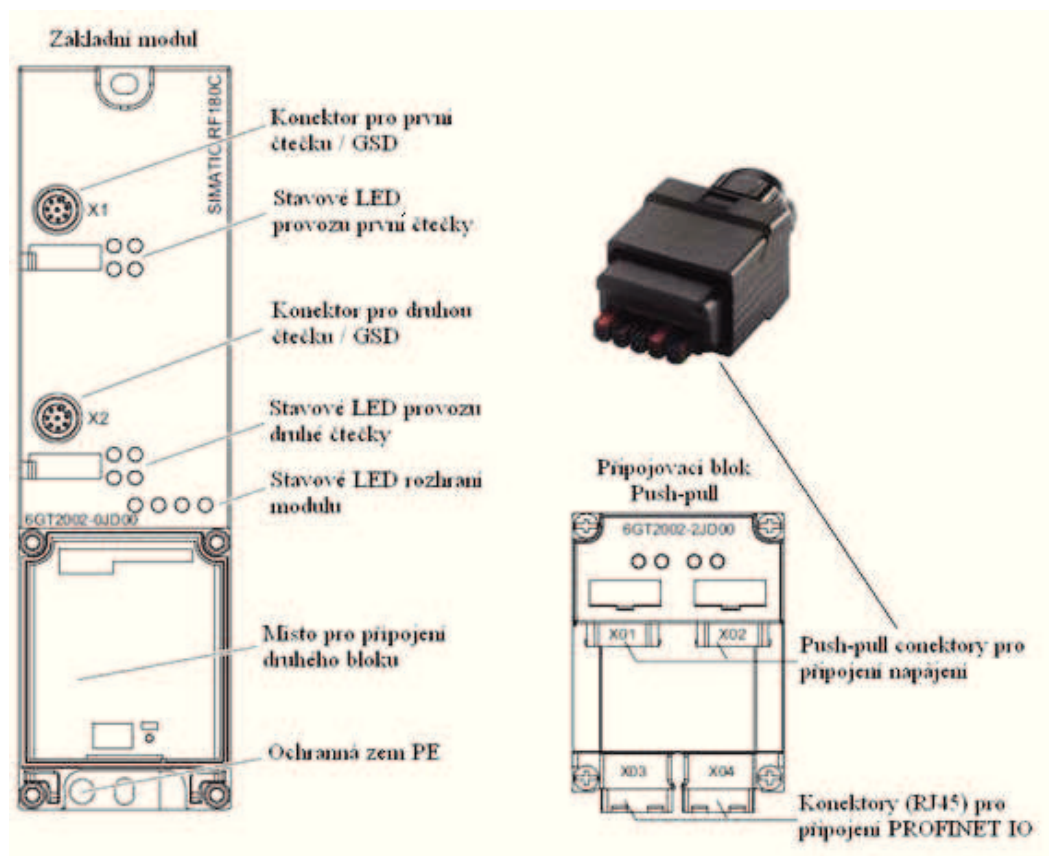
Obr. 13 Základní modul a dvojice přípojných bloků [19]

Modul je napájen 24V DC a odběr proudu bez čteček je 100mA, se dvěma čtečkami až 1A.

Uplatnění tyto moduly nacházejí zejména v průmyslové automatizaci a logistice, např. u dopravníků nebo pomocných montážních linek v automobilovém průmyslu.

Instalace:

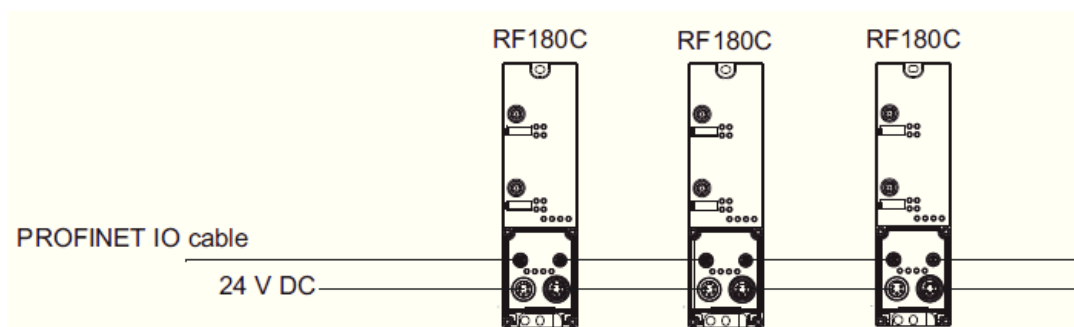
RF180C se skládá ze základního modulu a přídatného bloku, který se na základ nasadí a zašroubuje viz. obr. 13



Obr. 14 Základní prvky RF180C, vpravo nahoře konektor pro napájení [19]

Push-pull konektor pro napájení je třeba zapojit podle návodu. Jedná se o speciální konektor, který by měl usnadnit připojování těchto zařízení do řídicích systémů. Komunikační moduly je možné zapojit do tzv. průchozího propojení, a to pomocí dvojice konektorů X01,X02 a X03,X04 (Obr. 15).

Čtečka (anténa) je připojena k modulu (X1) pomocí kabelu opatřeného konektorem M12.



Obr. 15 Průběžné propojení pro napájení a PROFINET IO, tzv. sběrníková topologie [19]

Konfigurace:

Aby mohl být komunikační modul přidán do HW konfigurace v Step 7, je potřeba nahrát soubor GSDML, který umožňuje konfigurovat RF180C ve STEP 7 V5.3 + SP 2 nebo vyšší. Tento soubor lze nalézt na CD RFID Systems Software & Dokumentation v adresáři Data \ PROFI_GSD \ RF180C.

Postup: 1. Spustit STEP 7, pak zvolte možnost Options > Install New GSD File in HW Config.
2. Vyberte soubor GSDML k instalaci v dalším dialogovém okně, pak potvrďte OK.
Výsledek: RF180C je zobrazena v HW catalog pod Profinet IO > Ident Systems > SIMATIC RFID.

Každému PROFINET IO zařízení je přiřazeno unikátní ID zařízení od výrobce tzv. MAC adresa. Název RF180C IO zařízení je určen podle jeho konfigurace v uživatelském programu. Pro jeho změnu musí být online na PROFINET IO a připojen k procesoru.

Postup: 1. V HW Config zvolte PLC> Ethernet> Edit Ethernet Node.
2. Klepněte na tlačítko <Search> pro moduly, které mohou být přístupné online. Tím se zobrazí všechny přístupné PROFINET IO řadiče a IO zařízení s kompletní adresou MAC, IP adresa (pokud existuje), název zařízení a typ zařízení.
3. Vyberte požadovanou RF180C a klepněte na tlačítko <OK>.
4. Přiřadit název zařízení a klepněte na tlačítko <Assign < name.

Název zařízení musí být unikátní v rámci závodu a musí být v souladu s HW konfigurací.

Dále je třeba v HW konfiguraci nastavit parametry modulu, a to v Object properties. Parametry jsou uvedené v Tab. 2.

Název parametru	Hodnota	Poznámka
USER_Mode	FB 45	Default
	FB 55	
	FB 56	With later firmware version
	RFID standard profile	With later firmware version
MOBY_Mode	MOBY I / E standard addressing	
	MOBY I file handler	With later firmware version
	MOBY U / D / RF300 standard addressing	Default
	MOBY U file handler	With later firmware version
Baud rate for read/write device RF300 / MOBY U/D	19.2 k baud	
	57.6 k baud	
	115.2 k baud	Default
Diagnostics with diagnostics messages	none	Standard diagnostics only
	Hard errors	Hardware-related messages only
	Hard/soft errors low priority	All messages
	Hard/soft errors high priority	All messages high-priority

Tab. 2 Parametry RF180C – Object properties [19]

Pro RFID systémy MOBY A SIMATIC jsou výrobcem vytvořeny programy, funkce a funkční bloky, které lze nalézt např. na CD RFID Systems Software & Dokumentation. Jejich podpora je pro jednotlivé typy RFID systémů různá. Pro tuto práci byl zvolen FB45 - STEP7 funkce pro technologii RFID. Funkci je pak možno zakomponovat do námi vytvořeného projektu v STEP 7, a nastavovat tak parametry a funkce RF180C.

Diagnostika pomocí stavových LED:

Tento komunikační modul RFID je vybaven několika stavovými LED, které dávají rychlou signalizaci aktuálního provozu modulu. Jedná se o signalizaci stavu dvojice čteček a rozhraní modulu viz obr. 14. Stručný význam je uveden v Tab. 3.

LED	Význam
ON	Rozsvítí se při dokončení spuštění RF180C bez chyb.
24 VDC	Rozsvítí se při připojení k RF180C na 24 V napájecí napětí.
ACT_1, ACT_2	Čtečka (SLG) je aktivní a zpracovává příkazy uživatele.
ERR_1, ERR_2	Blikající – signalizace chyby
PRE_1, PRE_2	Signalizace přítomnosti tagu (transpondéru) v dosahu čtecí antény.
RxD_1, RxD_2	Aktivní komunikace se čtečkou, nebo porucha čtečky.

BF	SF	Příčina chyby
On	-	Komunikační modul je ve startovacím módu. Není vložený žádný kabel.
Blika	-	Není připojen k Profinet IO řadiči.
Off	On	Je vysílán PROFINET diagnostický signál.
Off	Off	Normální provoz

Link (green)	Rx / Tx (yellow)	Význam
Off	Off	Žádné fyzické spojení přes Profinet IO
On	Off	Fyzické připojení přes Profinet IO, žádná datová komunikace
On	Blika	Fyzické připojení přes Profinet IO, s datovou komunikací
Off	On	Přechodný stav

Tab. 3 Význam stavových a diagnostických LED [19]

4. Návrh a realizace laboratorního modelu pro demonstraci použití RFID

4.1 Návrh modelu

Automobilový průmysl při své výrobě stále více usiluje o ještě lepší řízení jednotlivých procesů, k čemuž potřebuje přesné informace o nich. Výrobci RFID stále zdokonalují vlastnosti tagů, a tak jejich nasazení je možné již v rané fázi výroby automobilů a dále jejich sledování až do zhotovení. Tag zde musí vydržet několik náročných změn podmínek, jako jsou chemické postřiky, čištění, barvení a výrazné výkyvy teplot. RFID tagy mohou nést informace o typu vozidla, barvě, montáži atd., což je jednoznačnou výhodou pro případy výroby variabilních typů automobilů skládaných na zakázku. Automobily nebo jejich dílčí části jsou ve výrobním procesu rozdělovány podle toho, jaké úkony se na nich provádí. Tag je upevněn na každém z nich a takto jsou přemisťovány na dopravnících v rámci výrobního procesu. Po přečtení informací z tagů, které jsou odeslány do řídicího systému, dochází k rozdělování jednotlivých typů do různých částí linky podle toho, jaké operace je třeba provést.

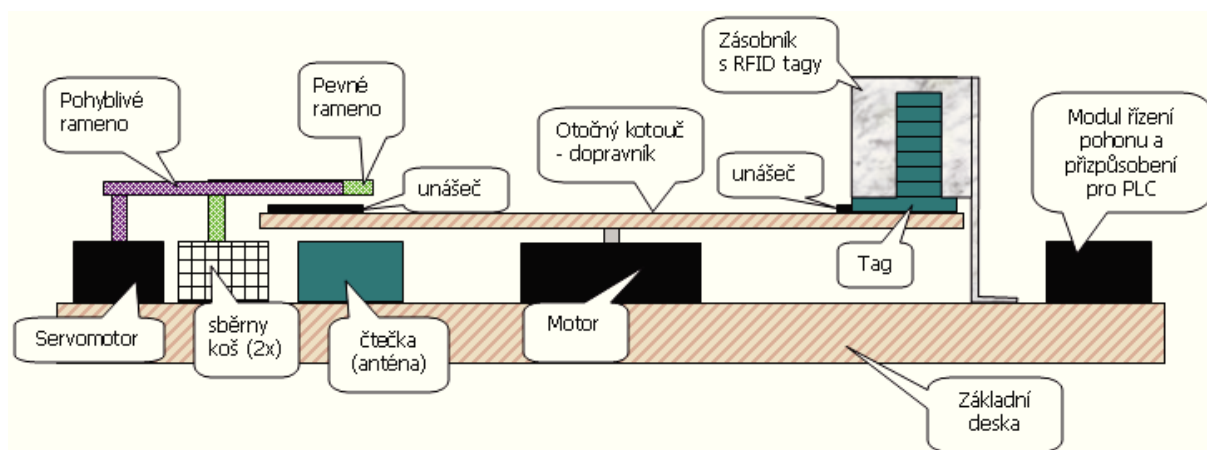
Právě systém rozdělování resp. třídění výrobků by měl demonstrovat laboratorní model v rámci této diplomové práce.

Požadavky na model:

- Zpracování technologie RFID s komunikačním modulem RF180C
- Připojení na PLC
- Jednoduchý princip třídění
- Konstrukce pro implementaci v laboratoři

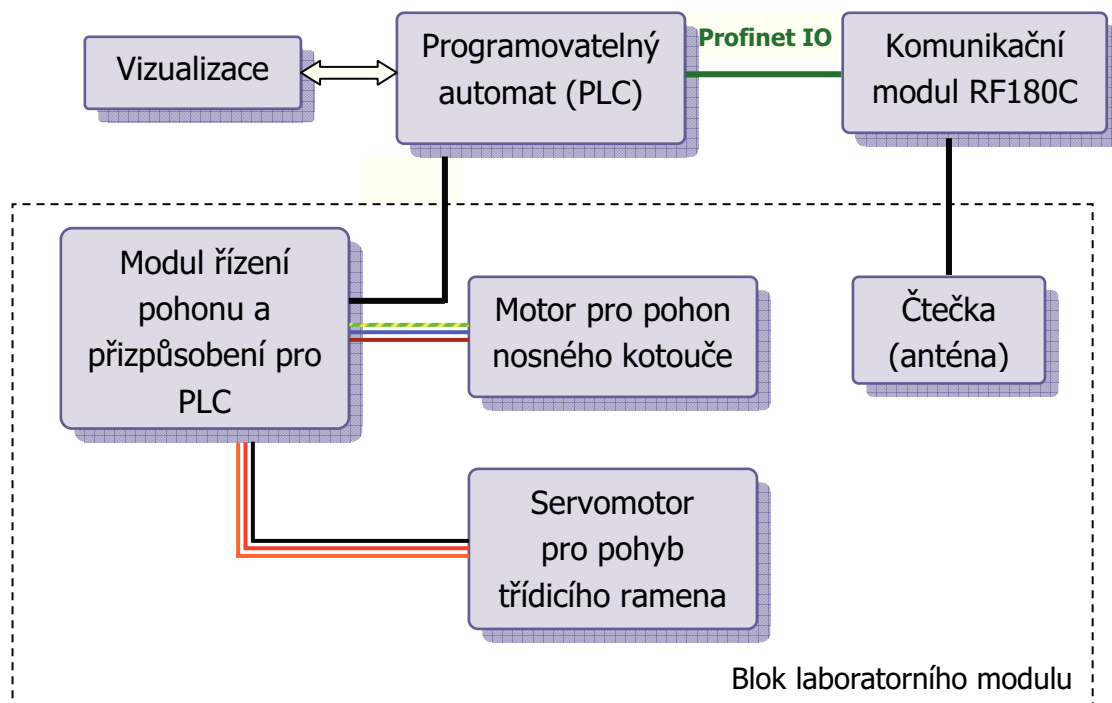
Na základě těchto požadavků jsem vytvořil návrh (obr. 16), který by měl tyto požadavky splňovat. Model by měl být snadno přenosný, proto bude postaven na dřevěné desce, ke které budou upevněny jednotlivé části. Jsou to:

- motor s připevněným kotoučovým dopravníkem
- servomotor s připevněným třídícím ramenem
- čtečka (anténa)
- zásobník s RFID tagy
- sběrné koše
- pevné rameno
- modul řízení pohonu a přizpůsobení pro PLC



Obr. 16 Návrh laboratorního modelu – pohled z profilu

Princip funkce navrhovaného modelu: Jednotlivé výrobky zde reprezentují pouze RFID tagy, které jsou naskládány v zásobníku. Při spuštění procesu z vizualizace je vyslán povel z PLC pro spuštění kotoučového dopravníku. Ten se roztočí a jeho unášeč odebere jeden tag ze zásobníku a postupně jej převáží. Tag se tak dostane do místa antény a zde jsou čtečkou přečtena jeho data a poslána komunikačním modulem do PLC. Data se v PLC vyhodnotí a podle zvoleného algoritmu pak následuje vyslání signálu pro servomotor pohánějící rameno. V případě, že bude pohyblivé rameno nad dopravníkem, bude tag shoden do prvního koše. V opačném případě, tedy rameno je mimo dopravník, bude tag shoden pevným ramenem do druhého koše. Celý proces se tak opakuje, dokud není zásobník plný.



Obr. 17 Blokové schéma modelu a jeho připojení na další bloky

4.2 Realizace jednotlivých částí

Kotoučový dopravník a jeho pohon

Pro pohon dopravníku byl použit malý synchronní jednovázový motor s převodovkou MD-1030 (obr. 18) firmy EUROLITE, který je určen pro otáčení disko koule. Díky svým parametrům, tedy pomalým otáčkám a pevné konstrukci, je dobře použitelný i pro pohon kotoučového dopravníku.

- napájení AC 220V-240V 50/60Hz
- příkon 4W
- rychlost 2,5 ot./min



Obr. 18 MD-1030

Dopravník je tvořen kotoučem z 4 mm silného hliníkového plechu o průměru 25 mm, který je upevněn na hřídel motoru pomocí příruby. Na kotouči jsou pak připevněny dva unášče z dřevěného hranolu.

Servomotor a rameno

Pohyb ramene, které slouží jako zarážka pro shoz tagu, je realizován pomocí servomotoru. Rameno se bude horizontálně pohybovat v úhlu 45°, a to z jedné krajní polohy – nad dopravníkem do druhé – mimo dopravník.

Servomotor, taky nazýváno servo, je motor s možností nastavení polohy s určitou přesností. Jeho základní prvky jsou stejnosměrný motor, převodovka a řídicí elektronika. V kategorii modelářských servomotorů jsou serva často připojena pomocí 3 vodičů. Červeným na kladné napětí 5-6V, černým na zem a žlutý nebo oranžový na řídicí signál. Řídicím signálem je zpravidla pulzní šířková modulace (PWM). Takovýto signál řídicí elektronika serva vyhodnocuje a nastaví polohu hřídele. Většina modelářských servomotorů pracuje s řídicím signálem s periodou 20ms. Doba trvání signálu v log. 1 se pohybuje od 0,9ms do 2,1ms. Střední poloze hřídele serva pak odpovídá doba signálu 1,5ms. Přesnější doby trvání signálů je potřeba v případech modelářských servomotorů často zjistit experimentálním způsobem. Servo použité pro laboratorní model je na obr. 19



Obr. 19 Servomotor - Mini servo Conrad RS-3 J/ R

Čtečka (anténa)

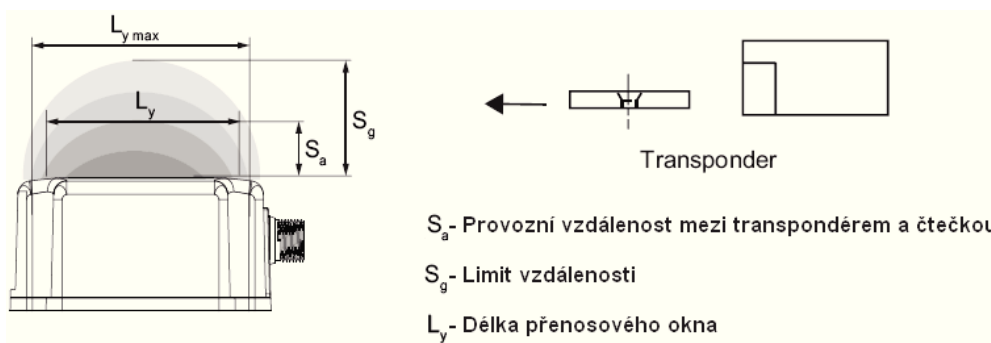
Komunikační modul RF180C má možnost připojit různé typy čteček. Pro laboratorní model byla k dispozici čtečka středního výkonu s integrovanou anténou (obr. 20). Umožňuje proces čtení a zápisu dat během pohybu transpondéru. S modulem RF180C je spojena stíněným kabelem s 8-pinovým konektorem M12, a to až do vzdálenosti 1000m. Komunikace probíhá přes rozhraní RS422 s maximální přenosovou rychlostí 115 200 bit/s. V části nad konektorem je trojice barevných LED pro diagnostiku, jakou je signalizace napětí, přítomnost transpondéru a přítomnost poruchy.



Obr. 20 Read/write device SIMATIC RF340R [20]

- rozměry 75 x 75 x 41 mm, IP 67
- přenosová frekvence (energie / data) 13,56 MHz
- okolní teplota během provozu -25 ... + 70 ° C
- minimální vzdálenost od druhé čtečky 200 mm
- přenosová rychlost, čtenář – tag: zápis cca 8000 Byte/s čtení cca 8000 Byte/s

Čtečka generuje střídavé indukční pole, které vytváří přenosové okno (obr. 21). To je nejsilnější v blízkosti čtečky a jeho síla poklesá v závislosti na vzdálenosti od čtečky. Rozložení pole závisí na struktuře a geometrii antény ve čtečce a v transpondéru. Předpokladem pro funkci transpondéru je minimální intenzita pole dosahující na transpondér od čtenáře.



Obr. 21 Přenosové okno čtečky a vzdálenosti pro čtení (zápis) [20]

Při instalaci čtečky je třeba vzít v potaz řadu aspektů, a to zejména materiál, na který je čtečka upevněna, a dále vzdálenost od další čtečky. Jsou to především metalické materiály, jež účinnost vytvořeného pole cívkou ovlivňují. Dalším aspektem je sekundární pole, které vzniká na opačné straně čtečky. Jeho použití je jen ve výjimečných případech. V případě nežádoucích čtení přes toto pole je potřeba pronikání zamezit stíněním. [20]

Barva		Význam
Zelená	Bliká	Přítomnost napětí, není inicializována čtečka, nebo je anténa vypnuta
	Trvale svítí	Přítomnost napětí, inicializována čtečka, anténa zapnuta
Žlutá		Přítomnost transpondéru
Blikající červená		Došlo k chybě, typu blikání odpovídá kód chyby. Pro zobrazení je třeba nastavení ve vstupních parametrech.

Tab. 4 Význam stavových LED čtečky [20]

Tag (transpondér)

Komunikační modul RF180C podporuje několik typů transpondérů. Pro laboratorní model byl použit typ SIMATIC RF340T (obr. 22), charakteristický pro použití v oblasti identifikace na malých montážních linkách v drsném průmyslovém prostředí. Tato univerzální jednotka pro uložení dat obsahuje 8 kbyte FRAM, 24 byte EEPROM a 4 byte sériového čísla. FRAM – (*Ferroelectric Random Access Memory*) je feroelektrická paměť s náhodným přístupem umožňující vysokou rychlost přenosu dat a se schopností udržet si data i po vypnutí napájení.

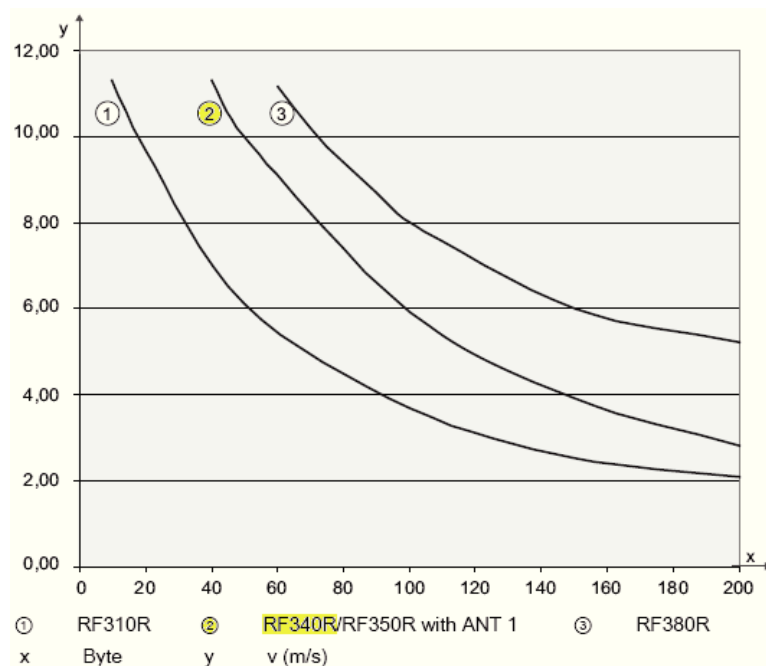
- rozměry 48 x 25 x 15 mm, IP68
- okolní teplota během provozu -25 ... + 85 ° C
- možnost montáže přímo na kovový materiál
- doba uchovávání dat větší jak 10 let
- cyklus zápisu a čtení prakticky neomezený ($>10^{10}$)

Provozní vzdálenost mezi transpondérem a čtečkou (RF340R) je 5 až 25mm. Limitní vzdálenost mezi horním povrchem snímače a transpondérem, na kterém přenos může ještě fungovat za normálních podmínek, je 35mm. Délka přenosového okna je 60mm.



Obr. 22 Transpondér SIMATIC RF340T [20]

Dalším parametrem ovlivňujícím provoz tagu v dynamickém módu je závislost objemu přenosu dat na rychlosti pohybu tagu obr. 23.



Obr. 23 Zobrazení rychlosti v poměru k objemu přenášených dat (čtení / zápis) [20]

Modul řízení pohonu a přizpůsobení pro PLC

Na jedné desce plošného spoje je realizováno spínání motoru pro dopravník pomocí relé a řízení servomotoru mikrokontrolerem. Relé je spínáno digitálním výstupem PLC (+24V DC) přivedeným na vstupní svorky a spíná fázi o napětí 230V AC pro motor kotoučového dopravníku. Další dva digitální výstupy z PLC jsou přes rezistory připojeny na LED dvojitého optočlenu. Fototranzistory optočlenu jsou emitory připojeny na zem a kolektory přes rezistory na napětí 5V. Logický signál „1“ a „0“ je tak převeden z napětí 24V (log. 1) na 5V. Takto upravené signály, tedy napětí na kolektorech, jsou přivedeny na mikrokontroler. Ten zde slouží pro řízení servomotoru pomocí PWM podle přivedených signálů z PLC. Napětí 5V pro mikrokontroler a servomotor je získáno z 24V větve napájející PLC pomocí monolitického stabilizátoru 7805, který je zapojen v doporučeném zapojení s dvojicí vazebních kondenzátorů. Stabilizátor je opatřen malým chladičem dimenzovaným na odebíraný proud. Schéma zapojení a DPS viz příloha.

Mikrokontrolér Microchip PIC12f683

- 8 bitový jednočipový mikropočítač s 8 vývody
- 10-bit PWM
- 10-bit A/D převodník
- vnitřní oscilátor 8 MHz až 125 kHz
- Flash paměť pro program
- 6 konfigurovatelných vývodů

Program

Mikrokontroler vykonává cyklický program, který zajišťuje čtení hodnot napětí na dvojici vývodů připojených na optočleny. Zároveň provádí odpovídající akční zásah změnou signálu PWM na výstupním pinu přivedeným na servomotor.

Program je velice jednoduchý, obsahující zejména nastavení registrů, a proto byl zvolen jazyk assembler. V první části programu, která se provede jen na začátku, je zápis do registrů pro nastavení:

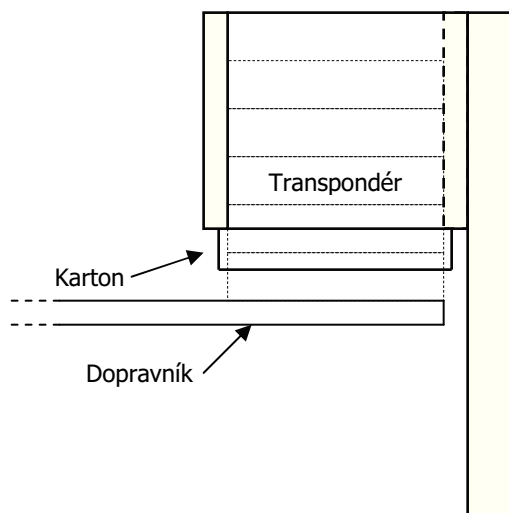
- vývodů, dva jako vstupní, ostatní jako výstupní
- vnitřního taktovacího oscilátoru 125 kHz
- period PWM signálu
- volby dělicího poměru předděličky 1:4 pro časovač
- volby PWM módu časovače

V cyklické části programu je testován signál na dvojici vstupních vývodů a podle toho je pak nastaven nejdříve příslušný registr pro velikost střídý PWM. Následuje nastavení povolení signálu na dobu danou čekací smyčkou. Změnou střídý signálu PWM pro servomotor je realizováno natočení ramene laboratorního modelu.

Nezbytnou součástí správné funkce mikrokontroleru je nastavení konfiguračního slova, buď v záhlaví programu, nebo v programovacím prostředí. Program viz příloha.

Zásobník s RFID transpondéry

Zásobník obr. 24 je vyroben ze dřeva a kartonu. Transpondéry se postupně shora naskládají na sebe. Transpondér ve spodní části leží na dopravníku a při otáčení dopravníku je držen na místě kartonem. V okamžiku, kdy na transpondér začne tlačit unášec dopravníku, transpondér překoná odpor kladený kartonem a je dál unášen mimo zásobník. Transpondéry se v zásobníku posunou vlivem gravitace dolů a celý průběh může být opakován do vyčerpání transpondéru.



Obr. 24 Zásobník pro transpondéry

4.3 Sestavení modelu a návod na obsluhu

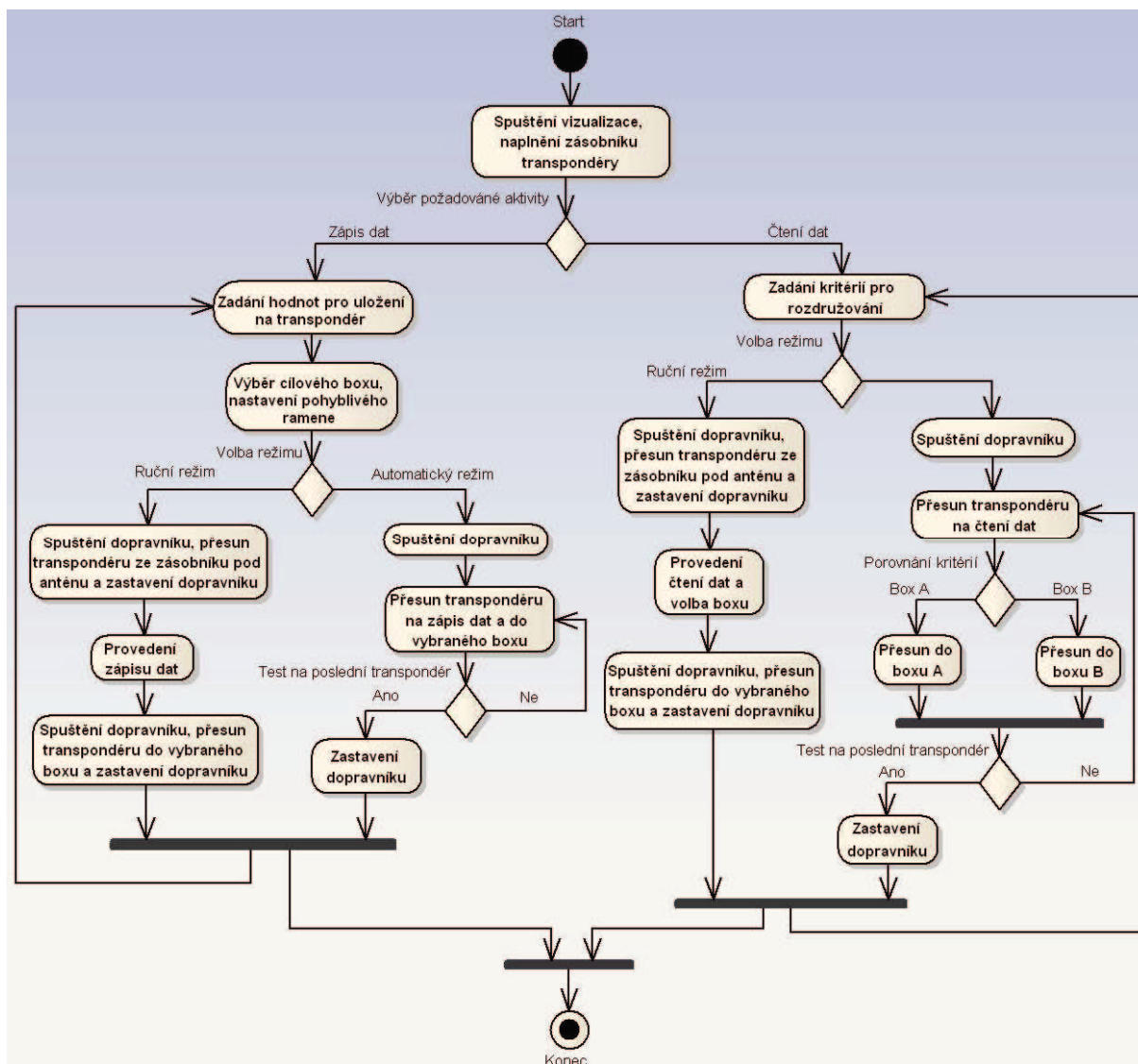
Dílčí části modelu bylo potřeba upevnit na pevný podklad, aby správně plnily svou funkci. Jako podklad pro připevnění těchto částí modelu slouží dřevotřísková deska. Důležité bylo jejich přesné rozmístění. Vzdálenost zásobníku s transpondéry od antény musí být v dostatečné míře tak, aby nedocházelo k nežádoucímu ovlivnění tágu anténou. Anténa byla upevněna oproti návrhu nad dopravník, jelikož pronikání elektromagnetického pole je hliníkovým kotoučem dopravníku významně zeslabeno. Rozmístění pevného a pohyblivého ramena bylo nutné experimentálně zjistit tak, aby transpondéry byly shozeny do správného místa, tedy sběrného koše. Poloha pohyblivé ramena také musela být v dostatečné vzdálenosti od antény. To proto, aby s dostatečným časovým odstupem od vyhodnocení cílové destinace (sběrného koše) transpondéru mohlo být rameno nastaveno.

Návod na obsluhu

Uživatel připojí model propojovacím kabelem k nakonfigurovanému PLC. Druhým kabelem připojí model do sítě 230 VAC. Třetím kabelem propojí anténu SIMATIC RF340R s komunikačním modulem RF180C. Do zásobníků naskládá transpondéry a ověří polohu pohyblivého ramene. Nyní může spustit program.

5. Návrh a realizace řídicího systému a jeho testování

5.1 Funkční analýza

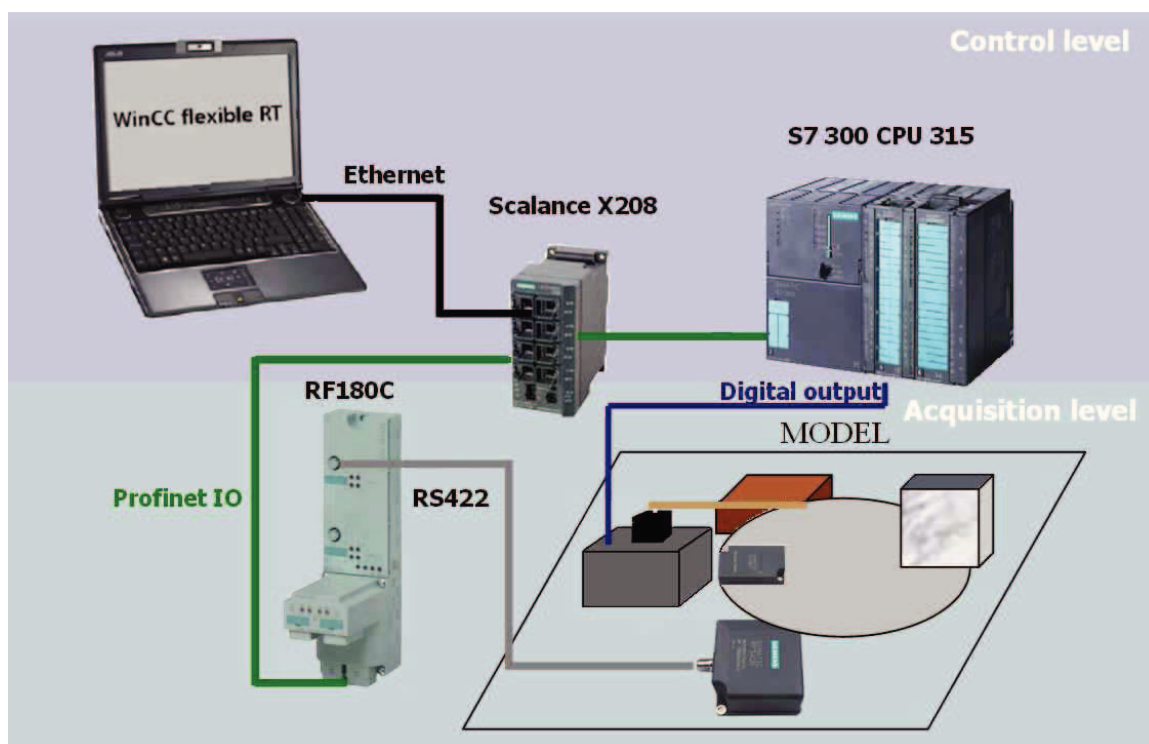


Obr. 25 Diagram aktivit chování modelu

Na obr. 25 je znázorněn diagram aktivit chování modelu tak, jak by měl fungovat ve spojení s vizualizací a PLC. Diagram začíná slovem Start a postupuje směrem dolů podle toho, jak jednotlivé aktivity na sebe navazují. Základní větvení diagramu je na zápis dat a čtení dat. Dále se pak dělí na ruční či automatický režim, ve kterých probíhají další aktivity. Ve spodní části diagramu se větve spojují, nebo se vrací na svůj počátek. Spojením hlavních větví a slovem konec se diagram uzavírá.

5.2 Návrh HW ŘS a komunikace

Výběr hardwaru pro řídicí systém byl do jisté míry dán dispozicí laboratoře a komunikačním RFID modulem s rozhraním Profinet IO. Tomuto požadavku vyhovělo PLC Simatic S7 300 s CPU 315-2 PN/DP. PLC je rozšířeno o dvojici přídatných karet. První karta disponuje digitálními vstupy a výstupy, které jsou využity pro ovládání laboratorního modulu. PLC, modul RF180C a notebook jsou přivedeny do Scalance X208 – průmyslového 8-portového switchce.



Obr. 26 Návrh HW a komunikace

Simatic S7 300 s CPU 315-2 PN/DP - Modulární controller se standardním CPU s 128kByte pracovní pamětí a komunikačním rozhraním Profinet, Profibus a MPI.

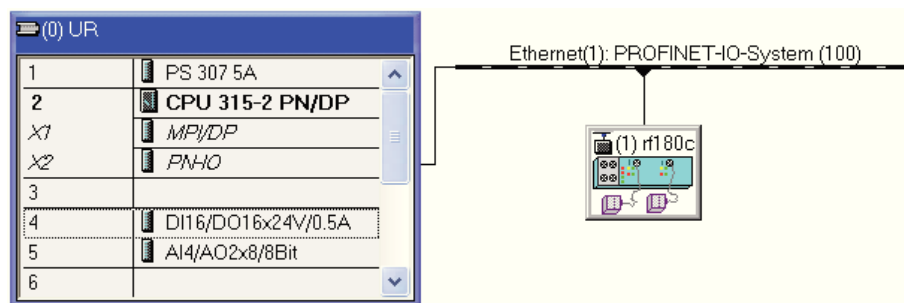
Technická specifikace:

Konfigurační software	STEP 7, V5.3 SP1 nebo vyšší	
Programovací jazyk	LAD, STL, FBD, SCL, GRAPH	
Napájecí napětí	24V DC	
Vstupní jmenovitý proud	650 mA	
Ztrátový výkon	3,5 W	
Paměť		
Pracovní	128 kByte	
Programu (MMC), max.	8 Mbyte	
Doba vykonání		
Bitové operace	0,1 μs	
Pohyblivá čárka	3 μs	
S7 časovače/čítače	256/256	
Rozsah adresace		
Digitální kanály	1024	
Analogové kanály	64	
Rozhraní		
První	RS 485, MPI, PROFIBUS DP (Master/Slave)	
Druhé	Ethernet, PROFINET IO/CBA	

Tab. 5 Základní parametry CPU 315-2 PN/DP

5.3 Konfigurace HW ŘS

Konfigurace HW (obr. 27) probíhá v prostředí STEP 7, po založení nového projektu jsou přidána dvě zařízení, a to SIMATIC 300 Station a SIMATIC HMI Station. Po přidání druhého obecného zařízení je zobrazeno další okno s výčtem konkrétnějších zařízení. Pro tuto diplomovou práci bylo zvoleno řešení PC – WinCC flexible Runtime verze 1.3.2.0. První zařízení je dále specifikováno v HW konfiguraci.



Obr. 27 HW konfigurace SIMATIC 300

Do základního racku je vložen zdroj, CPU, karta s 16 DI/DO a analogová karta s 4 AI/ 2 AO. Při vkládání CPU se zobrazí tabulka s parametry rozhraní Ethernet. Zde se nastaví IP adresa PLC a adresa routru (Scalance X208). Tlačítkem New se rozhraní nastaví a je možné na něj přidat RFID

modul. Po instalaci GSD souboru pro RF180C se tento modul zobrazí v katalogu mezi zařízeními Profinet IO> Ident Systems>SIMATIC RFID a je možné jej přidat na vytvořené rozhraní Profinet IO Systém. Modulu RF180C je pak třeba přiřadit IP adresu a další parametry. Ty jsou přístupné po kliknutí na RF180C a dvojitým kliknutím na pozici 0 ve slotu. Jejich možnost nastavení je v Tab. 2 kap. 3.2. Pro tento projekt je nastavení následující: USER Mode: FB45

MOBY Mode: MOBY U/D/RF300/RF600 normal addressing

Baudrate SGL: 115.2 kBaud

V HW konfiguraci HMI Station je na prvním místě WinCC flexible RT. Na druhou pozici je vloženo komunikační rozhraní HMI IE z katalogu – část SIMATIC HMI Station>CP Industrial Ethernet: HMI IE. Po vložení tohoto modulu se zobrazí tabulka s nastavením Ethernet rozhraní. Zde je pak zadána IP adresa notebooku, případně jiného PC, adresa routru a modul se připojí na dříve vytvořenou síť Ethernet.

5.4 Realizace programu ŘS a testování

Po vytvoření HW konfigurace v programu STEP7 jsem pokračoval na programu. Pod složkou CPU a složkou S7 Program se ve složce Blocks nachází pouze organizační blok OB1. Do tohoto nového projektu jsem pak vložil vybrané části z výrobce dodávaného programového balíčku FB45. Tento balíček, resp. soubor, má podobnou strukturu jako projekt ve STEP7 s příponou s7p a také jej lze takto otevřít. Po otevření ve složce Blocks je pak především funkční blok FB45 a několik organizačních a datových bloků, systémových funkcí a funkčních bloků. Ne všechny bloky pro práci s modulem RF180C je nutné kopírovat ze souboru FB45. Zejména jsou to bloky, které se liší pouze jazykově. Při kopírování dojde k přepsání OB1, který jsem pak po otevření změnil z programovacího jazyka STL na LAD a v tomto jazyku dále pokračoval v programování.

Struktura a popis programu

- OB1 – Hlavní programová smyčka – část A

V tomto cyklicky volaném bloku je v prvním Networku volán dvakrát funkční blok FB45, a to poprvé pro kanál 1 s příslušným parametrem, podruhé pro kanál 2. Dále jsou zde pomocné bity pro vyvolání např. rutiny inicializace. Modul RF180C disponuje dvěma čtečkami a pro každou je jeden kanál. Pro tuto práci jsem využil pouze kanál první.

- OB100 – Complete restart

Je prvním blokem, který se provede, a to pouze jednou po zapnutí (restartu) PLC do běhu. Je zde využit pro nastavení inicializační rutiny pro oba kanály.

- OB122 – Module Access Error

V případě vyvolání méně závažné chyby, v důsledku selhání v programování modulu, PLC nepřechází do stopu, ale informace o chybě je uložena v lokálních proměnných.

- FB45 – MOBY FB

Výrobce uzamčený blok pro ovládání RFID modulů. Je napojen především na datové bloky DB45, DB47 a DB48, které uživatel může editovat.

- DB45 – MOBY DB

Jedna se o blok pro nastavení parametřů. Každý MOBY kanál (čtenář) potřebuje své vlastní parametry. Ty jsou předdefinované v datové struktuře UDT 10 (pro anglické komentáře).

Tento uživatelsky definovaný typ musí být volán pro každý kanál MOBY v bloku dat. V UDT 10 jsou definovány různé proměnné. Vstupní parametry (proměnné) uživatel musí zadat jednou během konfigurace, vyjímaje proměnné `command_DB_number` a `command_DB_address`. Ty není nutné měnit v průběhu celé doby provádění. Při změně parametrů INPUT musí být provedena před začátkem nového nastavení inicializační rutina nebo-li restart.

Address	Name	Type	Initial value	Comment
0.0		STRUCT		
+0.0	ASM_address	INT	256	Input: address of ASM (cycle word)
+2.0	ASM_channel	INT	1	Input: number of channel (1..4)
+4.0	command_DB_number	INT	47	Input: number of command DB
+6.0	command_DB_address	INT	0	Input: first address of commands in the command DB
+8.0	MDS_control	BYTE	B#16#1	Input: setup the MDS controlling (0, 1 and 2)
+9.0	ECC_mode	BOOL	FALSE	Input: working with ECC check
+9.1	RESET_long	BOOL	TRUE	Input: true: long RESET-telegramm, only used for MOBY mode 5 and 6
+10.0	MOBY_mode	BYTE	B#16#5	Input: MOBY working mode
+11.0	scanning_time	BYTE	B#16#0	Input: scan time for long-range MOBY I/U
+12.0	option_1	BYTE	B#16#0	Input: reset-command option 1
+13.0	distance_limiting	BYTE	B#16#F	Input: range limit
+14.0	multitag	BYTE	B#16#1	Input: max. no. of MDS in field
+15.0	field_ON_control	BYTE	B#16#0	Input: working mode of Bero
+16.0	field_ON_time	BYTE	B#16#0	Input: time has be of Bero
+17.0	reserved0	BYTE	B#16#0	
+18.0	ANZ_MDS_present	BOOL	FALSE	MDS is present
+18.1	ANZ_cancel	BOOL	FALSE	Cancel-bit in the PEW is set
+18.2	ANZ_ECC	BOOL	FALSE	Error correctionen done
+18.3	reserved1	BOOL	FALSE	
+18.4	LR_bat	BOOL	FALSE	Battery of the MDS 507
+18.5	battery_low	BOOL	FALSE	Battery check has indicated low voltage
+18.6	error	BOOL	FALSE	Error during command processing has appeared
+18.7	ready	BOOL	FALSE	Command chain has been finished
+19.0	cancel	BOOL	FALSE	Set: stop command or command chain
+19.1	command_start	BOOL	FALSE	Set: startup signal for command or command chain
+19.2	repeat_command	BOOL	FALSE	Set: repeat last command
+19.3	init_run	BOOL	TRUE	Set: Reset ASM and parameterize again

Tab. 6 Část proměnných UDT10 (FB45) [22]

- UDT10 – MOBY Parameters

Datová struktura bloku DB45 pro první čtečku obsahující proměnné. (Tab. 6)

Pro potřeby této práce nebylo nutné vstupní parametry měnit. Důležité byly zejména proměnné:

ANZ_MDS_present – bit je nastaven v případě, že transpondér je v dosahu pole antény a je čtečkou detekován.

Command_start – nastavením tohoto bitu se provede příkaz definovaný v DB47

- DB47 – Command

Blok pro zadání příkazů pro oba kanály. Obsahuje pole pro 5 příkazů typu datové struktury. Datová struktura pro kanál 1 je definována v UDT 20.

- UDT20 – MOBY_CMD

Prostřednictvím těchto příkazů lze realizovat jednotlivé požadavky.

Adresa	Název	Typ	Počáteční hodnota	Význam
0.0		STRUCT		
+0.0	command	BYTE	B#16#2	Příkazy viz tab. 8
+1.0	sub_command	BYTE	B#16#0	Upřesnění příkazu
+2.0	length	INT	1	Počet bytes pro čtení a zápis
+4.0	Address_MDS	WORD	B#16#0	První nebo následující adresa v transpondéru
+6.0	DAT_DB_number	INT	48	Číslo datového bloku pro data
+8.0	DAT_DB_address	INT	0	První nebo následující adresa v DB
=10.0		END_STRUCT		

Tab. 7 Příkazy UDT20 [22]

Příkazy (hex)		Význam
Jeden	Více za sebou	
01	41	Zápis dat na transpondér
02	42	Čtení dat z transpondéru
03	43	Inicializace transpondéru
04	44	Čtení stavu čtečky (antény)
06	--	Další
08	48	Ukončení komunikace s transpondérem
0A	4A	Zapnutí/Vypnutí antény
0B	4B	Čtení stavu transpondéru

Tab. 8 Jednotlivé příkazy [22]

- DB48 – Data

Blok obsahující pole o 1024 byte. Odtud jsou vložena data zapsána na transpondér, nebo naopak uložena při čtení dat z transpondéru.

- DB49 – MDS_Status

Obsahuje datovou strukturu UDT260, ve které jsou uloženy informace přečtené z transpondéru při spuštění určitého příkazu. Kromě informací o stavu je to dále identifikátor, chráněná část paměti a typ transpondéru.

- DB50 – SGL_Status

Podobně jako předešlý blok obsahuje strukturu UDT110, která po provedení příkazu „Čtení stavu čtečky“ bude obsahovat informace o čtečce.

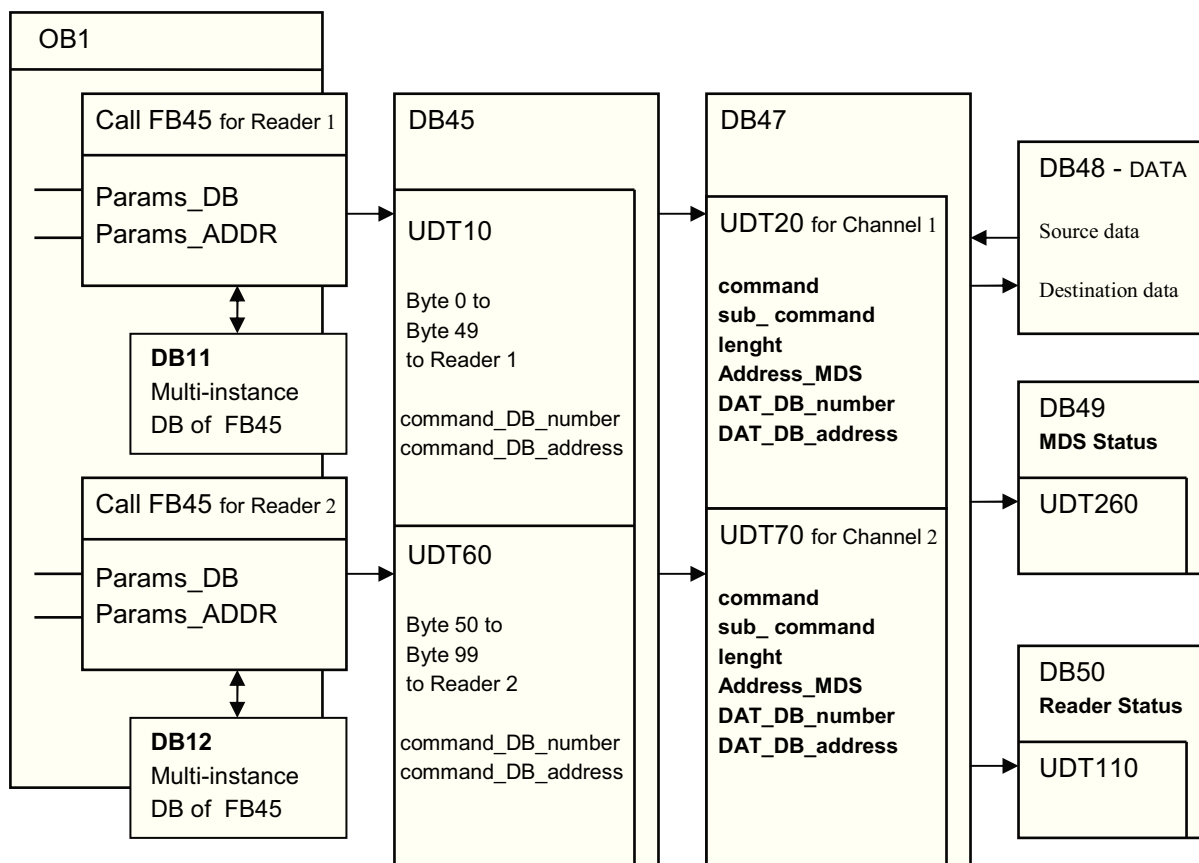
- FC11 – Příkazy

Před zahájením MOBY příkazu "command_start" je potřeba zadat hodnoty pro jednoduché příkazy v UDT 20. Při volání ovládacího programu vícekrát, např. pro řetězec příkazu, je pak volána funkce FC11 s různě zadanými hodnotami. FC11 zadané hodnoty přesune do UDT20.

- OB1 – Hlavní programová smyčka – část B

Vizualizace je nedílnou částí celého zde publikovaného systému, a tedy plně svázaná s programováním PLC. Proto byla část programu vytvořena až po vizualizaci.

V networku 2 (obr. 29) je realizována část zápisu hodnot na transpondér, a to pro automatický nebo ruční režim. Typ režimu a volba zápisu nebo čtení dat a další funkce jsou zadány z vizualizace. Po otestování zadaného režimu je v případě aktivního ručního režimu a přítomnosti transpondéru pod anténou spuštěn časovač T1 a T2. Během doby T1 je zadán příkaz prostřednictvím FC11.



Obr. 28 Volání FB45 a jeho struktura

Po uplynutí času T2 je spuštěn časovač T3 a T4. Během doby T4 je nastaven bit *Command_start*, kterým se provede zápis hodnot z DB48 na transpondér. Po vypršení intervalu T4 je resetován bit proměnné *rucni_write* zadáný z vizualizace a se sestupnou hranou signálu je nastaven bit *script_zapis*, který při změně vyvolá skript ve vizualizaci.

V případě, že byl zvolen automatický režim, je ihned spuštěn motor dopravníku a příkaz zápisu se provede pokaždé, když se transpondér bude nacházet pod anténou.

Network 3: Je-li spuštěn automatický režim zápisu nebo čtení, a tím tedy i spuštěn chod motoru dopravníku, bude v případě nepřítomnosti transpondéru pod anténou spuštěn časovač T10. Jestliže během doby dané T10 neprojde žádný transpondér, bude motor zastaven a resetován bit spouštějící automatický režim.

Network 4: Tato část programu je obdobou Networku 2 s rozdílem, že zde je realizováno čtení z transpondéru. Je tedy zadán do FC11 příkaz čtení a vyvolán odlišný skript ve vizualizaci realizující výpis dat z transpondéru, resp. z DB48, a také skript pro rozduřování.

Network 5: Příkazy, resp. bity vpravo a vlevo, pro pohyblivé rameno modelu jsou nastaveny z vizualizace a po uplynutí času T9 jsou resetovány.

Network 6: Po nastavení příkazu „přesun do boxů“ je v případě přítomnosti transpondéru pod anténou spuštěn motor a časovač T11. Po uplynutí jeho času je motor zastaven a resetován bit příkazu.

Network 7: Zadáním příkazu „přesun na pozici“ je spuštěn motor do té doby, než se transpondér dostane pod anténu a uplyne čas T12.

Network 8: V případě spuštění automatu pro čtení či zápis, nebo přesunu do boxu, bude při současném spuštění motoru a okamžiku sestupné hrany signálu přítomnosti transpondéru pod anténou spuštěn časovač T13 a T14. Po uplynutí času T14 bude nastaven bit pro zobrazení objektu ve vizualizaci a při vypršení doby T13 resetován – objekt skryt.

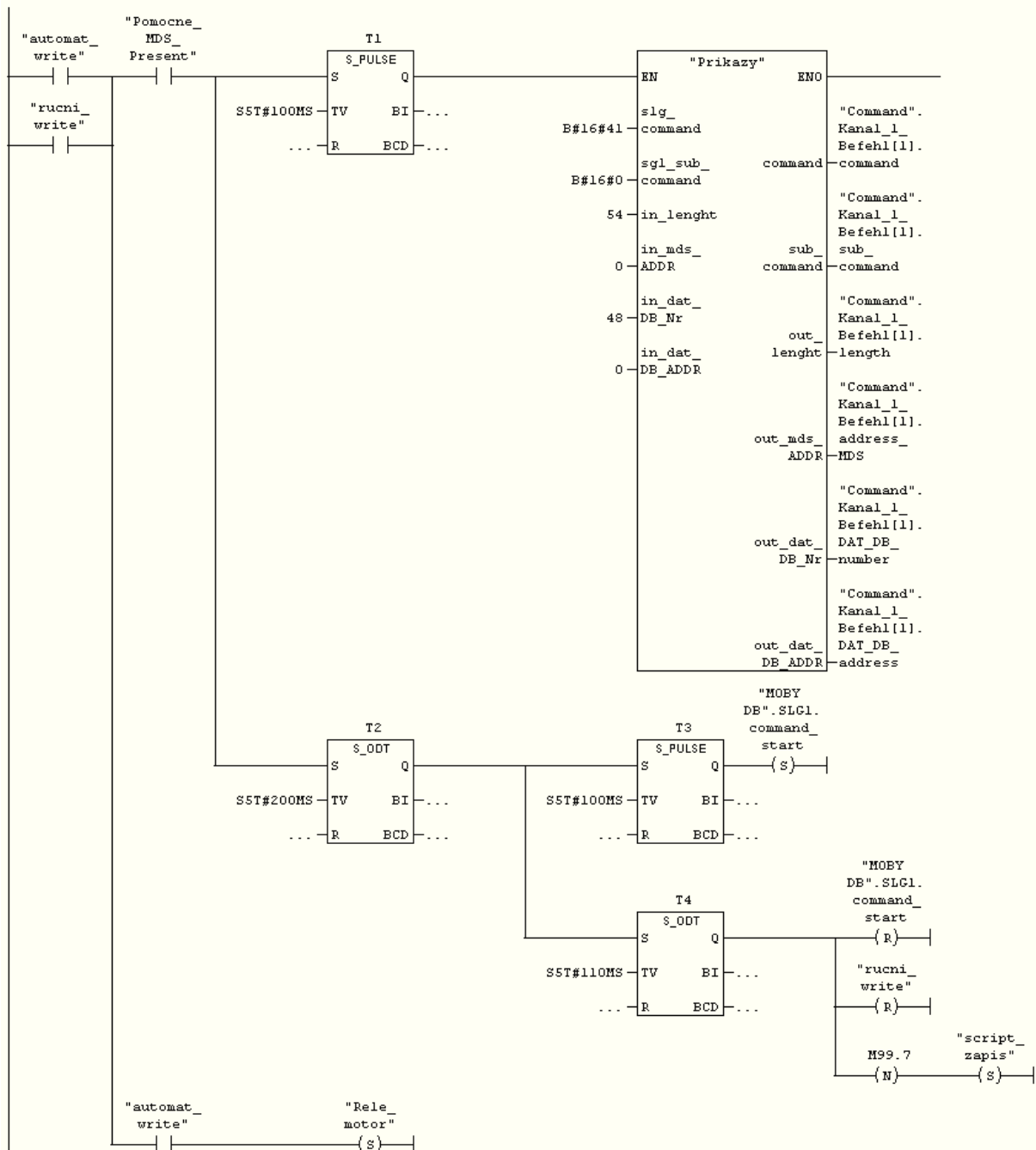
Network 9: Podobně jako předešlý network zobrazí na určitou dobu tentokrát jiný objekt.

Testování

V průběhu tvorby programu, ale i vizualizace bylo potřeba zjistit testováním především hodnoty časovačů tak, aby např. dopravník zastavoval ve správný okamžik. Intervaly pro časovače při zápisu nebo čtení, především pro příkaz *command_start*, bylo nutné odladit tak, aby proces byl bezchybný. Místa, kdy transpondér vstupuje a vystupuje z pole antény, jsou náchylná na nedokončení přenosu, a tím chybného procesu zápisu nebo čtení. Z tohoto důvodu je u automatického režimu, kdy transpondér pod čtečkou projíždí, zápis či čtení provedeno po zjištění přítomnosti transpondéru až za určitý časový interval.

Network 2 : Title:

Automat - spuštění motoru, zápis dat
Ruční zápis



Obr. 29 Ukázka programu v jazyce LAD – Network 2

6. Návrh a realizace vizualizační aplikace

6.1 Návrh vizualizace a její komunikace s ŘS

Vizualizace a obecně HMI a SCADA software i hardware je stále se rozvíjející se oblast, která nutně musí jít s dobou. Rozvoj v oblasti zobrazovací technologie, jako LCD zobrazovače, dotykové obrazovky, se projevuje také u výrobců vizualizací. SW i HW je jak v oblasti průmyslového řízení, tak v oblasti řízení budov stále rozmanitější.

V rámci této práce je problematika vizualizace podstatnou částí, která laboratornímu modelu a vůbec technologiím RFID ve spojení s ŘS dává jasnou ukázkou toho, jak by mohl být tento systém, za určitých podmínek, realizován. Podněty při návrhu této vizualizace vychází také z problematiky uvedené v kap. 2.3. Objemy dat, které jsou transpondéry schopné pojmout, mohou v některých případech nahradit rozsáhlé databáze. Řízení toku materiálů tak nemusí být nutně ovládáno z centrálního místa, ale může být součástí distribuovaného stanoviště.

Vizualizace by měla obsahovat úvodní obrazovku s volbou ze dvou procesních úkonů. První úkonem již na nové obrazovce je zadání parametrů uživatelem, což jsou vlastně data o určitém výrobku a jejich zapsání na RFID datový nosič, který je připevněn na výrobek. Zápis by pak měl být umožněn jak v automatickém, tak ručním režimu. Druhým úkolem je definování parametrů, podle kterých jsou výrobky rozduřovány z dopravníku. To probíhá na základě porovnání parametrů na transpondéru a dat zadaných na této další obrazovce. Obrazovka by rovněž měla obsahovat automatický a ruční režim s případnou editací záznamu. Námět řízení toku materiálů v automobilovém průmyslu je přenesen na tuto vizualizaci. Výrobek bude reprezentován karoserií automobilu, na níž je transpondér s datovým záznamem o parametrech automobilu připevněn. V procesu výroby automobilů, zvláště v zakázkové výrobě, procházejí karoserie vyráběného kusu řadou dalších úkonů, které jsou různorodé a provádějí se v několika částech výrobní linky. Rozduřování k jednotlivým úkonům s využitím technologie RFID tak může probíhat plně automaticky.

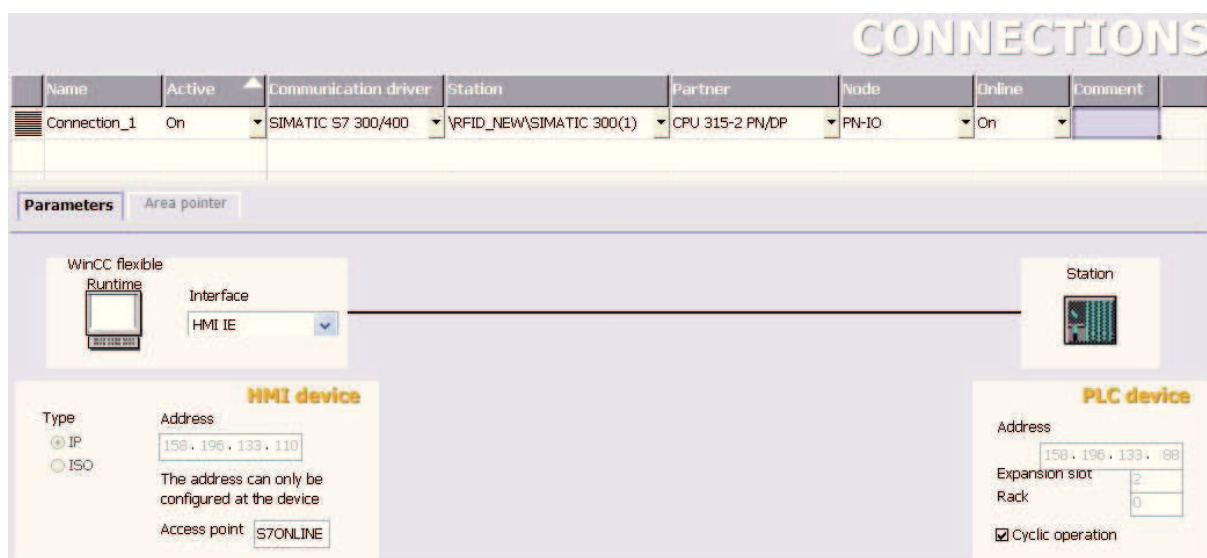
Pro tvorbu vizualizace byl zvolen program WinCC flexible 2008 SP2 Advanced. Tato verze nabízí celou řadu nových funkcí, především pak možnost nasadit tuto aplikaci na PC. Výhodou je snadná implementace do projektu STEP7 a jednoduché připojení a komunikace s PLC.

Tato verze WinCC nově umožňuje vytvořit obrazovku s širokoúhlým rozlišením FULL HD, v našem případě 1920x1200px (16:10).

Komunikace vizualizace s ŘS

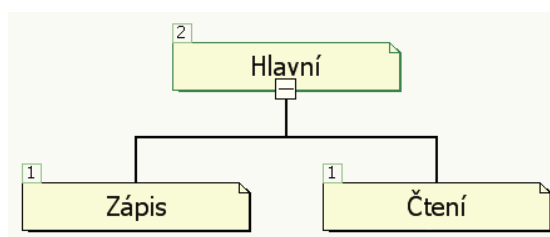
Vizualizace běží na PC v programu WinCC flexible Runtime a pomocí komunikačního rozhraní Ethernet probíhá přenos dat mezi PC a PLC. PC je spojeno UTP kabelem s PLC přes switch viz. obr. 26.

Pro spuštění programu WinCC flexible Advanced z prostředí STEP7 stačí zvolit WinCC flexible RT v oknu projektu a po vyvolání nabídky pravým tlačítkem myši vybrat *Open Object*. V otevřeném programu v záložce Connections projektu SIMATIC HIM Station je zobrazeno vytvoření připojení (obr. 30). V případě, že tomu tak není, je nutné jej vytvořit.



Obr. 30 Propojení vizualizace a PLC

6.2 Struktura a tvorba obrazovek



Obr. 31 Struktura obrazovek

Obrazovka, která je již při vytvoření projektu nachystána, je obrazovka Template. Tu může uživatel použít jako podklad, který bude viditelný na všech ostatních obrazovkách, pokud jim tuto vlastnost povolí. Pro tuto práci jsem ji využil k zobrazení základních informací, jako je název práce, jméno školy, autor a aktuální čas, který je nastaven na hodiny běžící na PC.

První obrazovka, která při spuštění vizualizace (WinCC flexible Runtime) najede, je obrazovka Hlavní (obr. 32). Z této obrazovky volí uživatel jeden ze dvou procesů, a to zápis dat na transpondér, nebo čtení. Obrazovka tedy informuje uživatele, o jaký proces řízení se jedná, a dvěma tlačítky přepíná buď na obrazovku zápisu, nebo čtení dat. Nastavení již zmiňovaného rozlišení obrazovky, volba první obrazovky a dále např. používaný jazyk se provádí v okně Device settings.

Obrazovka Zápis

Úkolem této obrazovky (obr. 34) je znázornit a ovládat proces připevnění transpondéru na karoserii automobilu a vytvoření datového záznamu na transpondér. Obrazovka je rozdělena do tří částí. V pravé části je blok Datový záznam. Ten znázorňuje proměnný formulář, kde uživatel zadává jednotlivé parametry, a tak vzniká unikátní datový záznam pro každou karoserii vznikajícího

automobilu. Parametrů, které jsou při výrobě na transpondér ukládány a sledovány, je celá řada. V této vizualizaci je jen malý zlomek pro demonstraci technologie RFID.



Obr. 32 Obrazovka Hlavní

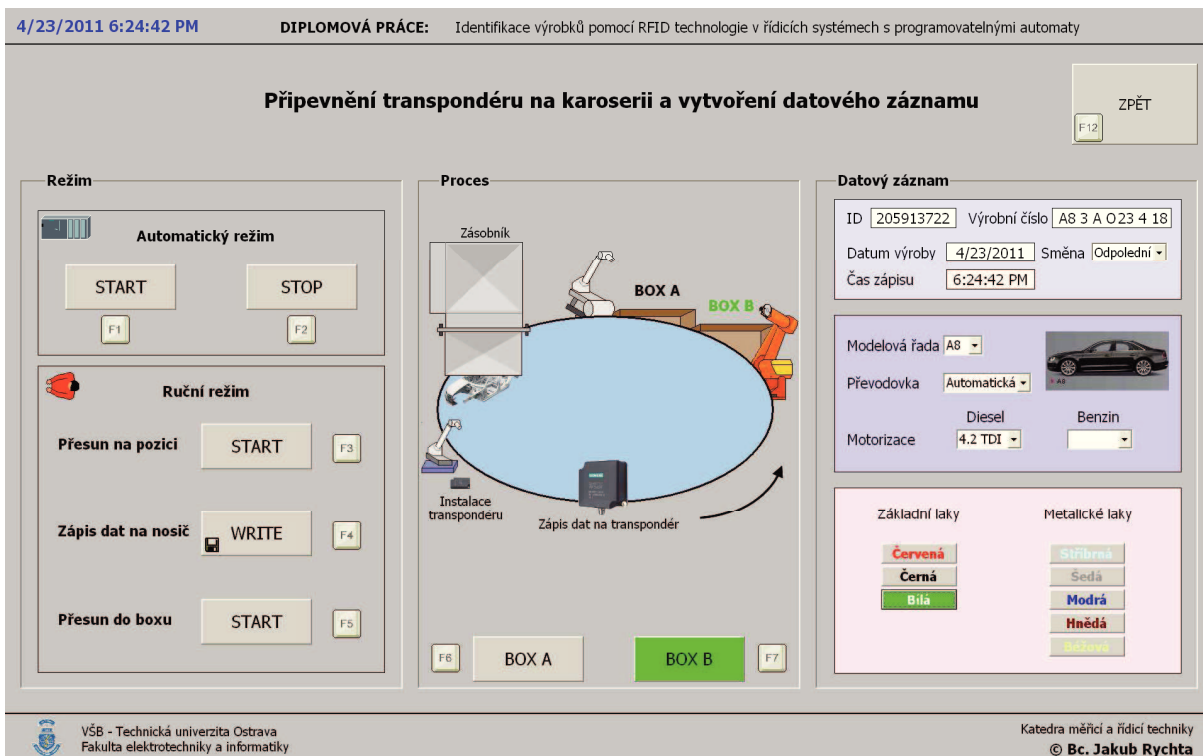
První část formuláře (obr. 33) obsahuje identifikační číslo (ID), které je generováno při spuštění této obrazovky, anebo při každém provedeném zápise. A mělo by být unikátní pro každou karoserii. Tu operaci umožňuje skript „ID“ který je vytvořen čistě za tímto účelem. Skript obsahuje funkci Randomize inicializující generátor náhodných čísel. Vytvořené číslo je 9-ti místné a jeho generování je ovlivněno systémovým časem, takže při každém spuštění vizualizace je zajištěno, že číslo bude jiné. Číslo je uloženo v datovém typu String do proměnné ID.

ID	388912379	Výrobní číslo	A3 2 A R 23 4 16
Datum výroby	4/23/2011	Směna	Ranní
Čas zápisu	4:55:14 PM		

Obr. 33 První část formuláře

Výrobní číslo je dalším parametrem. Často se skládá z několika znaků tvořených číslicí či písmenem, ve kterých je možné např. ukrýt informace. Zde mají konkrétní význam. První dva znaky určují model vznikajícího auta, další pak číslo pořadí, barvy, typ převodovky, směnu, den, měsíc a hodinu výroby. Výrobní číslo se tak vytváří postupně, jak jsou parametry zadávány, a to pomocí skriptu *Vyrobni_cislo*. Ten je vyvolán při každé změně parametrů datového záznamu. Číslo je uloženo do dvou proměnných typu String.

Parametry Datum a Čas zápisu jsou zobrazeny v objektu Data-Time Field a jejich změna je možná pouze se změnou systémového času.



Obr. 34 Obrazovka Zápis

V záznamu je dále volba směny prostřednictvím objektu Symbolic IO Field. Uživatel vybírá mezi ranní, odpolední a noční směnou.

Druhou část formuláře obsahují informace o modelové řadě karoserie, typu převodovky a motorizace. Modelovou řadu uživatel vybírá ze 6-ti typů, které jsou v seznamu objektu Symbolic IO Field. Seznam se vytváří v okně Text Lists, kde má definován svoje jméno. Každému textu odpovídá zadaná hodnota, která je při výběru, v tomto případě modelu, zapsána do proměnné nastavené ve vlastnostech objektu. Jméno text listu je rovněž nutné ve vlastnostech zadat. Toto řešení je využito i u dalších parametrů. Podobným objektem, jako je Symbolic IO Field, je Graphic IO Field s tím rozdílem, že zde se zobrazují obrázky. Tento objekt má podobné nastavení vlastností, tedy zadání názvu proměnné pro uložení hodnoty a název období text listu Graphics Lists. Zde již není seznam tvořen texty, ale obrázky. Při výběru modelu se tedy zobrazí obrázek daného modelu. Jelikož modelové řady mají rozdílné nabídky, při vybrání modelu je také provedena změna seznamu motorizace jak u benzínové, tak dieselové motorizace. Změna seznamu probíhá pouze pro uživatele. Programově je tato změna realizovaná tak, že každý model, vyjímaje A5 a A6, kde je motorizace stejná, má svůj objekt a text list. Pro každý model se tak zobrazí jiný objekt. Toto nastavení se nachází ve vlastnostech objektu – Visibility a je napojeno na proměnnou modelu. Jelikož se tyto objekty překrývají, uživateli se tato změna jeví jako změna seznamu. Pokud uživatel zvolí benzínovou verzi, je automaticky vymazána hodnota v dieselové variantě.

Parametr Převodovka je realizován podobně jako směna.

Třetí částí je nabídka barev základních a metalických a je realizována pomocí tlačítek. Kliknutím na tlačítko je do proměnné Barva zapsáno číslo reprezentující danou barvu a tlačítko se změní z šedé na zelenou barvu. Při kliknutí na jiné tlačítko je proměnná přepsána novou hodnotou a změna se provede také u tlačítek.

Aktivování obrazovky Zápis - při prvním spuštění vizualizace není v datovém záznamu vybrán žádný parametr, jenž uživatel může zadávat. Aby se zabránilo zápisu nevyplněného datového záznamu

na transpondér, jsou tlačítka Start automatického režimu a tlačítka ručního režimu zablokována. Jejich odblokování je realizováno pomocí skriptu *Enable_write* (obr. 35). Vyvolání skriptu nastává při každé změně parametrů směny, modelové řady, převodovky, motorizace a barvy. Ve skriptu je postupně testováno, zda jsou jednotlivé parametry vyplněné. Pokud ano, je nastavena proměnná, na níž je povolení tlačítek nastaveno. Psaní skriptu je realizováno pomocí programovacího jazyka Microsoft Visual Basic Scripting Edition. Bez toho důležitého prvku by byla tato vizualizace jen těžko realizovatelná.

```

If SmartTags("Datovy_zaznam_zapis\Barva") <> 0 Then
    If SmartTags("Datovy_zaznam_zapis\Model") <> 0 Then
        If SmartTags("Datovy_zaznam_zapis\Prevodovka") <> 0 Then
            If SmartTags("Datovy_zaznam_zapis\Smena") <> 0 Then
                Select Case model
                    Case 2
                        If SmartTags("Datovy_zaznam_zapis\Motor_B_A1") > 0 Or SmartTags("Datovy_zaznam_zapis\Motor_D_A1") > 0 Then
                            SmartTags("rizeni\enable_write") = 1
                            SmartTags("rizeni\enable_rucni_w") = 1
                        Else
                            SmartTags("rizeni\enable_write") = 0
                            SmartTags("rizeni\enable_rucni_w") = 3
                        End If
                    Case 4
                        If SmartTags("Datovy_zaznam_zapis\Motor_B_A3") > 0 Or SmartTags("Datovy_zaznam_zapis\Motor_D_A3") > 0 Then
                            SmartTags("rizeni\enable_write") = 1
                            SmartTags("rizeni\enable_rucni_w") = 1
                        Else
                            SmartTags("rizeni\enable_write") = 0
                            SmartTags("rizeni\enable_rucni_w") = 3
                        End If
                End Select
            End If
        End If
    End If
End If

```

Obr. 35 Ukázka části skriptu *Enabel_write*

Objekt Symbolic IO Field reaguje na 4 typy událostí. Aktivaci, deaktivaci, změnu a ukončení výběru objektu. Tři tyto události jsou využity u zadávání motorizace. Při aktivaci objektu např. výběr benzinového motoru je vymazán údaj dieselové varianty a zavolán skript na obr. 34. Jelikož může nastat případ, kdy uživatel nevybere žádnou variantu, je potřeba skript *Enabel_write* spustit jak při deaktivaci, tak ukončení výběru.

Další částí obrazovky je blok Režim. Uživatel zde volí automatický nebo ruční režim. Každé z tlačítek je možné ovládat jak kliknutím myši, tak zmáčknutím funkční klávesy na klávesnici PC. Typ klávesy je u tlačítek znázorněn obrázkem.

Automatický režim obsahuje tlačítka Start a Stop. Při zmáčknutí tlačítka Start je nastaven bit v PLC a na tlačítku se z nápisu START objeví RUN. Tento nápis je zobrazen po celou dobu chodu automatického režimu. Tlačítkem Stop je resetován bit automatu a výstupní bit napojený na relé spouštějící motor dopravníku. Je-li aktivní automatický režim, jsou tlačítka ručního režimu zakázána.

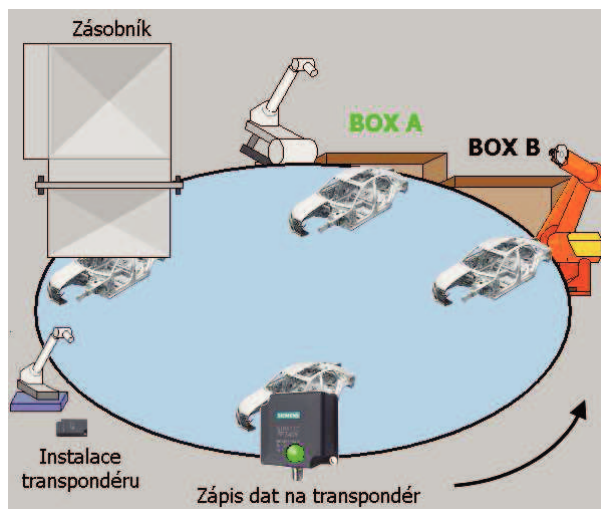
Ruční režim má 3 tlačítka. První pro přesun transpondéru, resp. karoserie pod RFID anténu nastavením bitu v PLC, který je po příjezdu karoserie na místo resetován. Druhé tlačítko spouštějící zápis dat na transpondér, konkrétně spuštění skriptu *Zapis* a nastavením bitu *rucni_write*. Třetí tlačítko nastaví bit *přesun_do_boxu*. Jak první, tak třetí tlačítko má variabilní nápis START/RUN. Jestliže probíhá přesun karoserie, je tlačítko start automatického režimu blokováno.

Skript *Zapis* je také spouštěn v automatickém režimu viz. kap. 5.4 Network 2. Byl vytvořen za účelem přesunu informací zadaných v datovém záznamu. Informace jsou uloženy ve vnitřních proměnných (Tags) a ve skriptu jsou zkopírovány do datového bloku DB48 v PLC a z něj do transpondéru. Pro přehlednost byly jednotlivé proměnné v programu WinCC rozděleny do několika složek. Jsou tak pohromadě např. proměnné napojené na objekty v bloku datového záznamu. Složka *DATA* (obr. 36) obsahuje proměnné napojené na DB48 a jsou zde definovány jednotlivé datové typy. Další složky jsou *Datovy_zaznam_cteni*, *Datovy_zaznam_zapis*, *rizeni* a *Rozdruzovani*.

	Name	Address	Display n...	Connection	Data type	Symbol	Acquisition mode	Array ele...	Acquisition cycle
	Barva	DB 48 DBB 23		Connection_1	Byte	<Undefined>	Cyclic continuous	1	500 ms
	Cas	DB 48 DBD 14		Connection_1	Time of day	<Undefined>	Cyclic continuous	1	500 ms
	Datum	DB 48 DBW 12		Connection_1	Date	<Undefined>	Cyclic continuous	1	500 ms
	ID	DB 48 DBB 0		Connection_1	String	<Undefined>	Cyclic continuous	1	500 ms
	Model	DB 48 DBB 18		Connection_1	Byte	<Undefined>	Cyclic continuous	1	500 ms
	Motorizace_B	DB 48 DBB 21		Connection_1	Byte	<Undefined>	Cyclic continuous	1	500 ms
	Motorizace_D	DB 48 DBB 20		Connection_1	Byte	<Undefined>	Cyclic continuous	1	500 ms
	Prevodovka	DB 48 DBB 19		Connection_1	Byte	<Undefined>	Cyclic continuous	1	500 ms
	Smena	DB 48 DBB 22		Connection_1	Byte	<Undefined>	Cyclic continuous	1	500 ms
	Vyrobni_cislo_A	DB 48 DBB 24		Connection_1	String	<Undefined>	Cyclic continuous	1	500 ms
	Vyrobni_cislo_B	DB 48 DBB 36		Connection_1	String	<Undefined>	Cyclic continuous	1	500 ms

Obr. 36 Proměnné ve složce *DATA* programu WinCC

Prostřední část obrazovky (obr. 37) – blok Proces – graficky přibližuje laboratorní model a probíhající proces. Modrá elipsa znázorňuje dopravník a při jeho chodu se pro signalizaci mění její barva. V levé části je zásobník s karosériemi symbolizující transpondéry na modelu. Vedle zásobníku je zobrazeno robotické rameno a RFID transpondér demonstrující připevňování transpondéru na karoserii. Připevňování je jen symbolické, reálně na modelu neprobíhá. Uprostřed bloku je zobrazena anténa (čtečka RF340R) a na ní zelená signálka. V okamžiku, kdy je transpondér přítomen pod anténou, signálka se zobrazí a začne blikat po celou dobu, kdy je transpondér v dosahu pole antény. Stejně tak se zobrazí karoserie auta s tím rozdílem, že neblíká.



Obr. 37 Proces zápisu

Karosérie se dále zobrazují na místě u boxu vždy tam, do kterého bude přemístěna, a to na dobu 3 sekund. Box B a robotické rameno vedle něj znázorňují pohyblivé rameno a sběrný koš na modelu. Box A s ramenem symbolizují pak pevné rameno s košem. Informaci o nastavení pohyblivého ramena, a tím o cestě transpondéru do daného boxu, dává text BOX A nebo BOX B, který bude zelený.

Spodní část bloku Proces obsahuje dvojici tlačítek BOX A a BOX B, jimiž se nastaví daný box. Zelené vybarvení tlačítka signalizuje aktuální box pro shoz.

V době, kdy je v běhu automatický režim, jsou objekty datového záznamu blokovány, a nemůžou tak být změněny.

Posledním prvkem na obrazovce *Zápis* je tlačítko zpět. To má několik funkcí. V prvním případě, kdy je na něm zobrazen nápis zpět, je po kliknutí na tlačítko proveden návrat na Hlavní obrazovku. Druhým případem je, když tlačítko zobrazuje nápis „Aktivní automatický režim“ a tlačítko je blokováno. Tak je zabráněno opuštění obrazovky při aktivním režimu automatu. Ve třetím případě je zobrazen nápis „Probíhá přesun“ a tlačítko je rovněž blokováno. Třetí případ nastává tehdy, kdy probíhá přesun transpondéru na pozici ne do boxu.

Obrazovka Čtení

Stejně jako obrazovka *Zápis* i tato obrazovka (obr. 38) je rozdělena do několika, někdy podobných částí. Pravá strana zobrazuje část datového záznamu. Zde se zobrazují v jednotlivých objektech data uložená na transpondérech. Data jsou vlastně parametry zadané prostřednictvím formuláře v obrazovce *Zápis*. Objekty Symbolic IO Field, které byly využity v obrazovce *Zápis* u směny, modelové řady, převodovky a motorizace, jsou i zde použity. Ovšem s rozdílem, že ve vlastnostech mají nastaven mód Output a proměnné (Tags) nejsou ze složky *Datovy_zaznam_zapis*, ale *Datovy_zaznam_cteni*. Mód Output se graficky projeví tak, že Symbolic IO Field již nemá po kliknutí rolovací seznam. Parametr Barva je rovněž zobrazen s využitím tohoto objektu s vytvořeným text listem. Zobrazení ID, výrobního čísla, data výroby a čas zápisu je realizováno objektem IO Field.

Část Režim je podobná části na obrazovce *Zápis* s tím rozdílem, že zde nedochází k zápisu dat, ale jejich čtení. Automatický režim spustí dopravník, přečte data z transpondéru, která následně zobrazí v části Datový záznam a navíc data vyhodnotí. Po vyhodnocení nastaví příslušný box. Ruční režim a jeho tlačítka pro přesun zde plní stejnou funkci jak v předešlé obrazovce. Místo tlačítka WRITE je zde tlačítko READ, které provede jednorázové přečtení, zobrazení a vyhodnocení dat. Poslední tlačítko tohoto režimu slouží pro ruční nastavení pohyblivého ramena – cesty do boxu. Test tlačítka zobrazuje vždy typ boxu, který po jeho aktivování bude nastaven.

4/26/2011 4:36:38 PM DIPLOMOVÁ PRÁCE: Identifikace výrobků pomocí RFID technologie v řídicích systémech s programovatelnými automaty

Rozdružování karoserií do dvou boxů podle vybraných kritérií

Režim

Automatický režim

START F1 STOP F2

Ruční režim

Přesun na pozici START F3

Čtení dat z nosiče READ F4

Přesun do boxu START F5

Nastavit BOX B F6

Proces

Zásobník

BOX A BOX B

Čtení dat z transpondéru

Datový záznam

ID 785908996 Výrobní číslo A8 6 A 026 4 16

Datum výroby 4/26/2011 Směna Odpolední

Čas zápisu 4:35:26 PM

Modelová řada A8

Převodovka Automatická

Motorizace 4.2 FSI

Barva laku Modrá

Rozdružování

1. kritérium Směna 2. kritérium Datum

BOX A

Ranní Odpolední Noční Automatická Manuální

A1 A3 A4 A5 A6 A8 4/22/2011

Červená Černá Bílá Stříbrná Šedá Modrá Hnědá Bežová

BOX B

Ranní Odpolední Noční Automatická Manuální

A1 A3 A4 A5 A6 A8 4/10/2011

Červená Černá Bílá Stříbrná Šedá Modrá Hnědá Bežová

Obr. 38 Obrazovka Čtení

V případě běžícího procesu jsou příslušná tlačítka blokována podobně, jak je popsáno u minulé obrazovky.

Prostřední část Proces je téměř shodná s částí obrazovky Zápis.

Poslední částí je Rozdružování jak je vidět na obr. 39. V této části uživatel zadá podmínky, podle kterých se vyhodnotí, do jakého typu boxu bude karoserie – transpondér přesunut. Nejprve uživatel zadá dvojici kritérií, která se vztahují k boxu A. V prvním i druhém kritériu vybírá ze seznamu mezi směnou, převodovkou, modelovou řadou, datem výroby a barvou. Následně vybírá jednotlivé parametry pomocí tlačítek a objektů IO Field. Kliknutím na jakékoli tlačítko je kromě nastavení příslušné proměnné ze složky Rozdružování také tlačítku změněna barva z šedé na zelenou.

Obr. 39 Část obrazovky – Rozdružování

Jestliže uživatel klikne na některé tlačítko v části BOX A, je stejnému typu tlačítka v části BOX B změněno zbarvení ze zelené na šedou. V případě převodovky může být na jedné části vždy jen automatická, nebo manuální. Při zadávání data výroby je automaticky kontrolováno, zda v obou částech není stejné datum. Nastane-li tento případ, je v okamžiku potvrzení zadaného data vyvolán skript, jenž v druhé části datum navýší o jeden den.

Například podle obr. 36 by do boxu A patřily všechny karoserie, které by měly červenou, černou, stříbrnou nebo modrou barvu a zároveň by se jednalo o typ A1, A5 nebo A8. Tedy karoserie musí splňovat obě kritéria. Volbou stejných typů kritérií lze docílit rozdružování závislé pouze na jednom kritériu. Vyhodnocování – rozdružování je realizováno pomocí skriptu *Rozdruzovani*, který je zavolán při změně proměnné *script_cteni*. Změna této proměnné je realizována v Networku 4 (kap. 5.4).

Skript *Rozdruzovani*

Nejdříve je definována pomocná proměnná, jež je dále používána. Následně je testováno, která položka byla vybrána u kritéria 1 pomocí funkce Select Case. Provádění skriptu pokračuje v místě vybrané položky, např. Barva. Nyní je pomocí stejné funkce testována hodnota proměnné (*Datovy_zaznam_cteni\Barva*) přečtené z transpondéru, např. černá. Zbývá zjistit, zda černá barva patří do boxu A nebo B, a to testováním proměnné nastavené v části rozdružování pomocí funkce If Else. Výsledek je uložen do pomocné proměnné. Po otestování prvního kritéria přichází na řadu druhé. Opět je testováno, která položka ze seznamu byla vybrána, a tedy kde bude skript pokračovat, např. model. Po porovnání informace o typu modelu na transpondéru a na obrazovce Čtení v části Rozdružování je výsledek uložen do pomocné proměnné.

Na závěr je tato proměnná otestována a podle ní pak nastaveno pohyblivé rameno – box A nebo B. Skript je ukončen resetováním proměnné *script_cteni*, která tento skript vyvolala.

Tlačítko zpět zde zastává stejnou funkci, jak bylo popsáno u obrazovky Zápis.

7. Zhodnocení výsledků

Řešením této diplomové práce bylo splnění několika cílů. V první kapitole bylo mou snahou proniknout do problematiky RFID technologie a získat jak obecné znalosti o principech této technologie, tak znalosti získané průzkumem tohoto odvětví. Nejen těm, kdo se RFID technologií zabývají, může tato práce danou problematiku přiblížit, a získat tak přehled o různých výrobcích svázaných především s oblastí programovatelných automatů. Dynamický rozvoj této technologie nabízí celou řadu případů uplatnění v širokém spektru odvětví. Některé z nich jsou zde popsány a staly se částečně inspirací při tvorbě této práce. V poslední řadě jsou v této kapitole zmíněna i určitá omezení a bezpečnostní rizika RFID.

Další kapitola věnována rozboru technických prostředků RFID pro použití s programovatelnými automaty Simatic přináší základní přehled o dosud publikovaných výrobcích. Je zde stručný výčet parametrů jednotlivých typů, a může tak poskytnout dobrou orientaci případnému zájemci při výběru některého ze systémů.

Podrobnější informace pak tato práce přináší těm, kdo hodlají použít komunikační modul RF180C pro Profinet. Ten se stal součástí vzniklého systému a je mu tedy věnována větší pozornost.

Následující kapitola popisuje můj postup při návrhu a realizaci laboratorního modelu. Návrh vznikl na základě požadavků ze strany univerzity a jejich splnění je zde popsáno. Byl vytvořen ucelený model na pevném podkladu řízený programovatelným automatem a využívající RFID komunikační modul RF180C. Konstrukce je vytvořena tak, aby model mohl být snadno implementován do laboratoře. Model demonstruje použití RFID technologie v automobilovém průmyslu pro rozdělování karoserií při výrobě automobilů. Realizace modelu obnášela výrobu několika dílů. Během testování modelu pak bylo nutné některé navrhované řešení upravit, tak aby model spolehlivě fungoval. Nedílnou částí této kapitoly je popis konečného sestavování modelu a vytvoření návodu na obsluhu.

V kap. 5 této práce je popsáno, jak byl vytvořen návrh a realizace řídicího systému. Návrh počítal s PLC S7 300 vybaveným rozhraním Profinet a rozšiřujícím modulem s digitálními výstupy, které by sloužily pro ovládání modelu. PLC by pak bylo doplněno o vizualizaci běžící na PC. Realizace HW potom vznikla přesně podle návrhu. Především vytvořením projektu v programovacím prostředí STEP7, tvorbou HW konfigurace a nastavením komunikace.

Stěžejním úkolem pro mě bylo zjistit, jak komunikační modul RF180C zapojit, nakonfigurovat a jakým způsobem naprogramovat PLC, aby modul správně pracoval. Po prostudování několika zdrojů, především manuálu výrobce, jsem do vytvořeného projektu implementoval dodávanou funkci pro ovládání modulu. Po proniknutí do způsobu použití této funkce a jejího zprovoznění jsem program dále upravoval, především pak v přímé souvislosti s tvorbou vizualizace a testováním modelu.

Předposlední kapitola je věnována vizualizaci, která celý systém identifikace a rozdělování významně dotváří. Byly vytvořeny tři obrazovky, které zajišťují ovládání systému uživatelem. Nejprve byla zhotovena Hlavní obrazovka pro volbu procesu zápisu nebo čtení. Další obrazovkou je Zápis, v níž uživatel zadává parametry karoserií aut a ovládá proces, kdy jsou na karoserii symbolicky připevněny transpondéry obsahující datový záznam. Poslední vytvořenou obrazovkou Čtení pak

zadáva kritéria a parametry, podle nichž se karoserie třídí. Pomocí tlačítek ovládá proces čtení a přesunu transpondéru, nebo spouští automaticky režim. Vizualizace, kterou jsem vytvářel v programu WinCC flexible, je řešena do různých detailů, což dovoluje především použití programovacího jazyka Microsoft Visual Basic Scripting Edition. Není zde tedy jen pro pouhé zobrazování nebo nastavování, ale plní zde také funkci řízení. A to např. tak, že bere zprostředkovaně informace z datového záznamu uloženého na transpondéru, porovnává je s parametry zadanými prostřednictvím obrazovky Zápis. Po vyhodnocení provede akční zásah nastavením příslušného bitu.

Při realizaci této diplomové práce bylo pro mě přínosem především získání informací o do té doby mně méně známé RFID technologii. Díky dovednostem získaným během studia, ať už na univerzitě, či samostudiem, bylo možné tuto práci vytvořit, a tak propojit hned několik oblastí, od programování mikrokontroleru, PLC a vizualizace až po mechanické a konstrukční práce na modelu.

Uplatnění RFID systémů se našlo pro několik odvětví. Tato práce je malým přiblížením, jak podobné systémy v praxi fungují. Při stálém vývoji nových technologií a RFID výrobků i díky snižování nákladů především na transpondéry je cesta novým odvětvím otevřená.

Použitá literatura

- [1] SIEMENS: *Industrial Identification Systems Catalog ID*. 10/2010
- [2] RFID Solutions [online]. c2011. [cit. 2011-02-01]
Dostupný z WWW: <<http://www.ibns.gr/en/blog/products-solutions/>>.
- [3] Dostupný z WWW: <<http://www.kupson.cz/produkty/img/cipv.jpg>> [cit. 2010].
- [4] AUTOMA: časopis pro automatizační techniku. Č. 7. Praha: FCC Public, 2007.
- [5] Dostupný z WWW: <<http://www.motorola.com/Business/US-EN/Business+Product+and+Services/RFID/RFID+Readers>>.c2010.
- [6] JA-81E-RGB drátová klávesnice. c2010 [cit. 2010-12-18].
Dostupný z WWW: <<http://www.jablotron.cz>> .
- [7] RFID - Radio Frequency IDentification [online]. c2007. [cit. 2011-02-01].
Dostupný z WWW: <<http://www.itsolutions.siemens.cz>>.
- [8] Radio Frequency Identification (RFID) Solutions [online]. c2010. [cit. 2010-12-18].
Dostupný z WWW: <<http://www.ab.com/rfid/>>.
- [9] UHF-Band RFID Reader-Writer Ver. 3.0 (RF-RW101). c2011 [cit. 2011-02-01].
Dostupný z WWW: <<http://www.global.mitsubishielectric.com>>.
- [10] RFID Radiofrekvenční identifikační systém – OsiSence XG. c2010 [cit. 2010-12-12].
Dostupný z WWW: <<http://www.schneider-electric.cz>>
- [11] Technika RFID snadno identifikuje uživatele [online]. c2010. [cit. 2011-12-16]
Dostupný z WWW: <<http://www.br-automation.com>>
- [12] AUTOMATIZACE: Odborný časopis pro automatizaci, měření a inženýrskou informatiku. Č. 11 (listopad 2007).
- [13] AUTOMATIZACE: Odborný časopis pro automatizaci, měření a inženýrskou informatiku. Č. 12 (prosinec 2006).
- [14] AUTOMA: časopis pro automatizační techniku. Č. 8. Praha: FCC Public, 2010.
- [15] AUTOMA: časopis pro automatizační techniku. Č. 6. Praha: FCC Public, 2010.
- [16] HiPathSpektrum: čtvrtletník pro podnikovou komunikaci. Č. 2. Siemens, 2006.

[17] Výhody RFID a použití v praxi [online]. c2010. [cit.2010-12-12]
Dostupný z WWW: <<http://www.combitrading.cz/technologie/vyhody-rfid.html>>

[18] Vojtěch, L. RFID - technologie pro internet věcí [online]. c2009. [cit.2010-12-12]
Dostupný z WWW: <http://www.pandatron.cz/?733&rfid_-_technologie_pro_internet_veci>.

[19] SIEMENS: *SIMATIC Sensore RFID systems, RF180C communication module Operating Instruction*. 03/2010.

[20] SIEMENS: *RFID Systems SIMATIC RF300 System Manual*. 11/2009

[21] Types of RFID. c2010 [cit.2010-12-12]
Dostupný z WWW: <http://www.rfid-handbook.de/rfid/types_of_rfid.html>

[22] SIEMENS: *SIMATIC Sensors RFID systems, FB 45 Function Manual*. 10/2009.

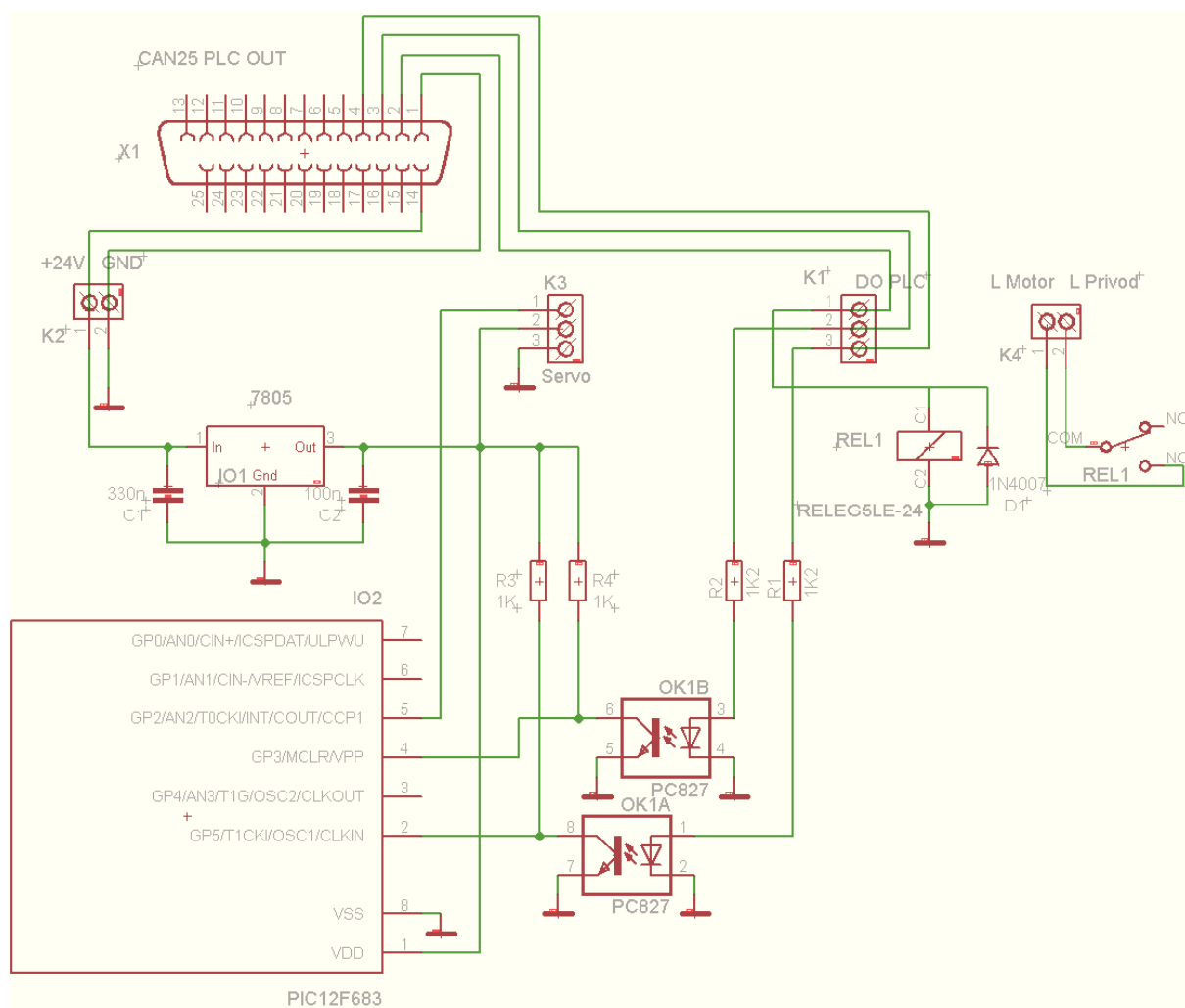
Seznam příloh

Příloha I	Schéma zapojení - modul řízení pohonu a přizpůsobení pro PLC
Příloha II	Deska plošného spoje a osazovací plán
Příloha III	Seznam součástek
Příloha IV	Program pro mikrokontroler PIC12F683
Příloha V	Fotodokumentace

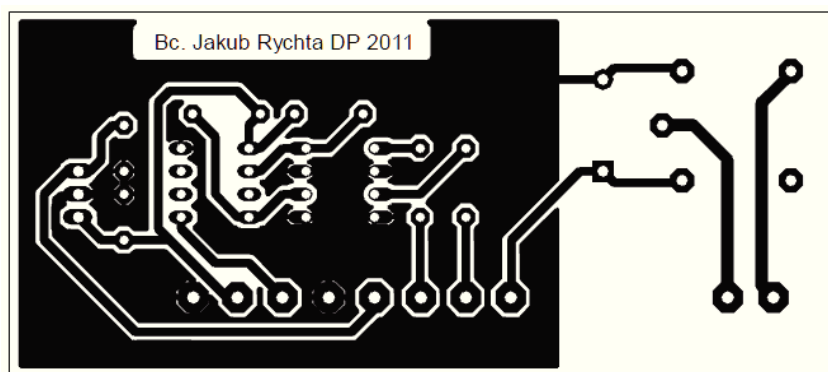
Přiložený CD-ROM:

1. Rychta.Jakub.2011.DP.doc – vlastní práce
2. Rychta.Jakub.2011.DP.pdf – vlastní práce
3. PWM servo.asm – zdrojový kód pro mikrokontroler
4. Modul pro DP.sch – schéma zapojení v programu Eagle
5. Modul pro DP.brd – DPS
6. RFID_DP.rar – program ve STEP7 včetně vizualizace
7. Manuál k modelu RFID.doc

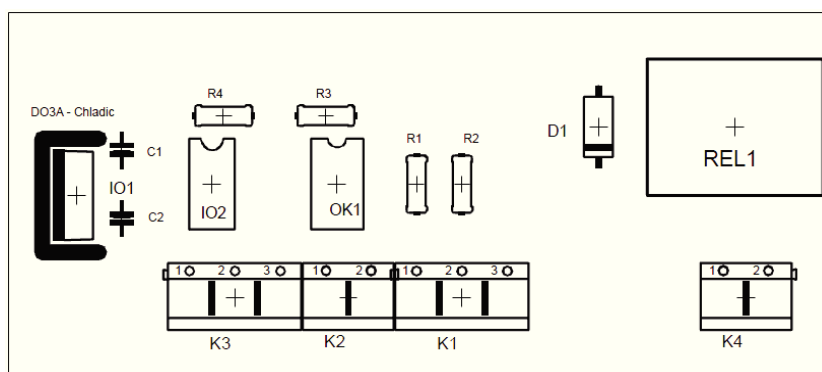
Příloha I - Schéma zapojení - modul řízení pohonu a přizpůsobení pro PLC



Příloha II - Deska plošného spoje a osazovací plán



strana spojů (40mm x 92mm)



strana součástek

Příloha III - Seznam součástek

Součástka	Název / hodnota	Počet kusů
R1, R2	1k2	2
R3, R4	1k	2
C1	CK 330N/50V	1
C2	CK 100N/50V2	1
D1	1N4148	1
IO1 – stabilizátor	7805-STM	1
IO2	PIC12F683-I/P	1
OK1A, OK1B - optočlen	PC827	1
Relé	RELEG5LE-24	1
Chladič	DO3A	1
Síťová vidlice – přístroj.	GSD3-SNAP	1
CANON vidlice – 25 kontaktů	CAN 25 V	1
Šroubovací svorkovnice do DPS	ARK500/3 B	2
Šroubovací svorkovnice do DPS	ARK500/2 B	2
Fotosenzitivní plošný spoj 1str.	CU-TA054-1/2P	1
Krabička	U-KM55	1
Distanční sloupek kovový	DA7M4X20	2

Příloha IV - Program pro mikrokontroler PIC12F683

```
LIST P=12F683
include<P12F683.INC>

; *
; *
; *          -----\ /-----
; *          Vdd +5V -|          | - 0V Vss
; *          optočlen -| GP5      GP0 | -
; *          -| GP4      GP1 | -
; *          optočlen -| MCLR     GP2 | - PWM
; *          -----
; *          Autor: Bc. Jakub Rychta
; *
; *****-----*****
CONFIG _WDT_OFF & _MCLRE_OFF & _INTRC_OSC_NOCLKOUT & _CP_OFF &
_PWRTE_OFF & _CPD_OFF
cblock    0x20
TMP0
TMP1
TMP2
TMP3
endc

BSF    STATUS,RP0
movlw  B'00110000' ; GP5,GP3 input optočlen, GP2 output servo
movwf  TRISIO
movlw  b'00010000' ; nastavení vnitřního taktovacího oscilátoru
movwf  OSCCON      ; na 0,125 MHz
MOVLW  145
MOVWF  PR2          ; PWM perioda
BCF    STATUS,RP0

MOVLW  B'00000001' ; předdělička PWM 1:4
MOVWF  T2CON

MOVLW  B'00001110' ; PWM mód horní bity
MOVWF  CCP1CON
CLRWF  GPIO

start  BTFSS  GPIO,3      ; testování input
      GOTO   TLAC1
      BTFSC  GPIO,5      ; testování input
      GOTO   start
      MOVLW  133          ; doleva
      MOVWF  CCPR1L
      BSF    T2CON,2      ; PWM ON
      CALL   CEK04S
      BCF    T2CON,2      ; PWM OFF
      CALL   CEK500MS
      GOTO   start

TLAC1  MOVLW  129          ; doprava
      MOVWF  CCPR1L
      BSF    T2CON,2      ; PWM ON
      CALL   CEK04S
      BCF    T2CON,2      ; PWM OFF

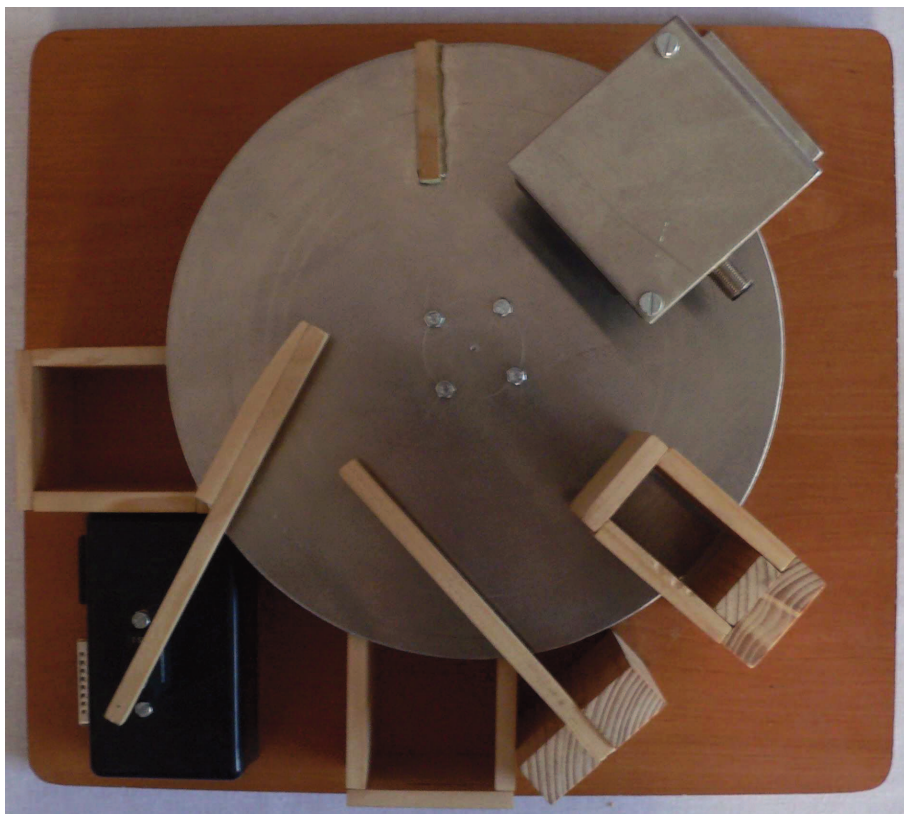
      CALL   CEK500MS
      goto   start
```

```
; cekaci smycka 0,4 s
CEK04S      MOVLW      22
            MOVWF      TMP3
            MOVLW      188
            MOVWF      TMP2
            DECFSZ     TMP2, F
            GOTO       $-1
            DECFSZ     TMP3, F
            GOTO       $-5
            RETURN
```

```
; cekaci smycka 500 ms
CEK500MS    MOVLW      50
            MOVWF      TMP0
            MOVLW      100
            MOVWF      TMP1
            DECFSZ     TMP1, F
            GOTO       $-1
            DECFSZ     TMP0, F
            GOTO       $-5
            RETURN
```

end

Příloha V - Fotodokumentace



Pohled shora na laboratorní model.



Pohled z boku na laboratorní model.